ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 12 AVRIL 1950.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE JAVILLIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Ernest Esclangon** fait hommage d'un fascicule extrait du *Mémorial de l'Artillerie française* et intitulé : *La vie serait-elle possible à bord de satellites artificiels de la Terre ou de projectiles astronautiques ?*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Paul Perrin. *L'Alcoolisme. Problèmes médico-sociaux. Problèmes économiques.*

2° Jean Butaud. *Bourganeuf. Ville médiévale.*

3° *Trabalhos da Associação da Filosofia natural* (Porto). Volume I, fasciculo 1.

4° *Arkiv för Zoologi*, utgivet av K. Svenska Vetenskaps-Akademien. Andra Serien. Band 1. Häfte 1.

5° *Einladung zur Teilnahme an der 24. Hochschulwoche der Hochschule für Bodenkultur in Wien.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la convergence d'interpolations linéaires. I. Fonctions bornées.* Note (*) de M. **István Sándor Gál**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Nous nous proposons d'examiner dans cette Note les interpolations qui convergent dans les points de continuité d'une fonction bornée. Nous pouvons caractériser cette classe d'interpolations par des hypothèses simples. Comme application de nos résultats nous donnons un critère nécessaire et suffisant concernant l'approximation par la *moyenne métrique*.

Définition 1. — *Soit* K *un ensemble fermé situé dans le plan complexe. Pour chaque indice* $n=1, 2, \ldots$ *donnons-nous un nombre fini de nombres distingués* $z_k^{(n)} \in K$ $(k=1, 2, \ldots, m_n;\ z_{k_1}^{(n)} \neq z_{k_2}^{(n)})$. *Ceux-ci seront les points fondamentaux de l'interpolation linéaire. Soient définies de plus les fonctions* $\omega_k^{(n)}(z)\,(z \in K;\ k=1, 2, \ldots, m_n;\ n=1, 2, \ldots)$ *sur l'ensemble* K, *nommées fonctions fondamentales. Appelons la suite*

$$A_n(f, z) = \sum_{k=1}^{m_n} f(z_k^{(n)})\,\omega_k^{(n)}(z),$$

l'interpolation linéaire attachée aux points $z_k^{(n)}$ *et aux fonctions* $\omega_k^{(n)}(z)$.

Insistons sur le point que les fonctions $\omega_k^{(n)}(z)$ peuvent être non seulement des polynômes ou bien des fonctions trigonométriques, mais aussi des fonctions univalentes complexes. Définissons encore certaines classes de l'interpolation linéaire, qui seront notées par $A^{(1)}, \ldots, A^{(4)}$.

Définition 2. — 1° *L'interpolation* $A_n(f, z)$ *appartient à la classe* $A^{(1)}$, *si* $A_n(f, z) \to f(z)$ *dans chaque point de continuité d'une fonction bornée arbitraire* $f(z)$; $z \in K$.

2° *Nous disons que* $A_n(f, z)$ *appartient à la classe* $A^{(2)}$, *si outre la condition précédente,* $|A_n(f, z)|$ *a une borne supérieure ne dépendant que de* z *pour une fonction bornée quelconque* $f(z)$.

3° *Considérons les* $A_n(f, z) \in A^{(1)}$ *qui sont telles que la convergence* $A_n(f, z) \to f(z)$ *est uniforme sur chaque sous-ensemble de* K *sur lequel la fonction bornée* $f(z)$ *est uniformément continue, et cette condition étant valable pour n'importe quelle fonction. Notons* $A^{(3)}$ *cette sous-classe de* $A^{(1)}$.

4° *Appelons* $A^{(4)}$ *la sous-classe de* $A^{(3)}$ *formée des* $A_n(f, z)$ *dont le module est borné uniformément en* n *et* $z \in K$. *(Évidemment* $A^{(4)} \subset A^{(2)}$.)

Nous allons caractériser ces classes d'interpolations par certaines hypothèses simples portant sur des points et fonctions fondamentaux.

(*) Séance du 3 avril 1950.

THÉORÈME 1. — *Les conditions suivantes sont nécessaires et suffisantes pour que* $A_n(f, z)$ *appartienne à la classe* $A^{(1)}$: *pour tout* $z \in K$

$$\text{(I)} \qquad \sum_{k=1}^{m_n} \omega_k^{(n)}(z) \to 1, \qquad \text{si } n \to \infty;$$

$$\text{(II)} \qquad \sum_{|z_k^{(n)} - z| > \mu} |\omega_k^{(n)}(z)| \to 0, \qquad \text{si } n \to \infty,$$

pour chaque $\mu > 0$; *et*

$$\text{(III)} \qquad \sum_{z_k^{(n)} \neq z} |\omega_k^{(n)}(z)| \leq H(z),$$

où $H(z)$ *est indépendante de* n.

Dans ce théorème, comme dans les théorèmes suivants, nous convenons de désigner par $\sum\limits_{z_k^{(n)} \neq z}$, $\sum\limits_{|z_k^{(n)} - z| > \mu}$ la sommation par rapport aux $k (1 \leq k \leq m_n)$ pour lesquels $z_k^{(n)} \neq z$, $|z_k^{(n)} - z| > \mu$ respectivement.

THÉORÈME 2. — *Pour que* $A_n(f, z)$ *appartienne à la classe* $A^{(2)}$ *les conditions* (I), (II) *et l'inégalité* $\sum\limits_{k=1}^{m_n} |\omega_k^{(n)}(z)| \leq H(z)$ *sont nécessaires et suffisantes.*

THÉORÈME 3. — $A_n(f, z)$ *appartient à la classe* $A^{(3)}$ *dans le cas et dans le cas seulement, où* (I) *et* (II) *sont uniformément valables dans* $z \in K$ *et où de plus l'inégalité* $\sum\limits_{z_k^{(n)} \neq z} |\omega_k^{(n)}(z)| \leq H$ *a lieu avec* H *indépendante de* n *et de* z.

THÉORÈME 4. — *Pour que* $A_n(f, z) \in A^{(4)}$ *ait lieu, il faut et il suffit que* (I) *et* (II) *soient uniformément valables en* z *et que* $\sum\limits_{k=1}^{m_n} |\omega_k^{(n)}(z)| \leq H$ *soit remplie.*

On voit l'analogie existant entre les conditions (I), (II), (III) et les trois hypothèses qui assurent la régularité d'une sommation linéaire. Remarquons, concernant les démonstrations, qu'après avoir démontré la suffisance des hypothèses du théorème 1 et la nécessité de celles du théorème 4, les autres résultats énoncés s'obtiennent facilement. La plus grande difficulté se présente dans la démonstration de la nécessité de (II).

En utilisant notre méthode et nos résultats on peut démontrer le théorème ci-dessous, qui est une généralisation des résultats de M. L. Kantorovich (1) et de M. S. I. Rappoport (2). D'après Kantorovich la *moyenne métrique* d'une

(1) *Math. Sbornik* (*Rec. Math. Moscou*), 41, 1934, p. 503-506.

(2) *Math. Sbornik* (2e série 66), 24, 1949, p. 87-100.

fonction mesurable *dans l'intervalle* (α_1, α_2) est le nombre

$$h = m(\alpha_1, \alpha_2)\, m\{f(x)\} \quad \text{pour lequel} \quad \text{mes}\{f(x) \geqq h\} \geqq \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} \quad \text{mes}\{f(x) \geqq h + \varepsilon\} < \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}$$

pour tout $\varepsilon > 0$. Posons finalement $[f(x)]_\rho = (\text{sign}\, f(x)) \min(|f(x)|, \rho)$.

Théorème 5. — *Supposons que* $A_n(f, x) \in A^{(4)}$. *Il existe alors des suites* $\alpha_n \to 0$ *et* $\rho_n \to \infty$ *déterminées par les points fondamentaux et les fonctions fondamentales, telles que*

$$A_n^*(f, x) = \sum_{k=1}^{m_n} \omega_h^{(n)}(x)\, m(x_k^{(n)} - \alpha_n, x_k^{(n)} + \alpha_n)\, m\{[f(x)]_{\rho_n}\} \to f(x)$$

presque partout dans (a, b) *pour chaque fonction mesurable. Pour que cette conclusion soit valable, l'hypothèse* $A_n(f, x) \in A^{(4)}$ *est aussi nécessaire.*

TOPOLOGIE. — *Application A-intérieure et théorie des défauts.* Note (*) de Mme **Marie-Hélène Schwartz**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit f une application A-intérieure ([1]) de la variété topologique U dans la variété riemanienne campacte E; nous définirons, comme précédemment, les variétés d'approche de U, $U_t = h^{-1}(V_t)$.

A chaque valeur de t nous associerons une triangulation (T) de E dont on peut démontrer l'existence et qui possède les propriétés suivantes (soient T_i^k les cellules à k dimensions, a_k leur nombre) :

1° Chaque T_i^n contient un point fondamental P_i *recouvert* par la restriction de f à U'_t un nombre de fois $N(P_i, t)$ tel que $|N(P_i, t) - \mathfrak{V}(t)| < \eta_2(t)\mathfrak{V}(t)$, et, autour de P_i une boule de rayon $\eta_1^{1/n-1}$ [d'où $a_n < O(1/\eta_1^{1+(1/n-1)})$];

2° Le nombre des T^n bordant un même T_i^k est borné indépendamment de t ainsi que le nombre des T_i^k formant la frontière extérieure d'un même T^n;

3° L'ensemble des T_i^k pour $k \leqq n-2$ comprend l'image de $\Delta \cap U_t$;

4° Considérons l'image réciproque sur V_t d'une partie de T_i^n contenant P_i : on pourra la prolonger en une cellule D_i^n recouvrant une fois et une seule T_i^n, soit dans V_t soit au delà, dans V, en identifiant, sur le bord d'une même cellule D_i^n, certaines sous-variétés à $n-1$ dimensions; ceci afin que le revêtement H_t, réunion de tous les D_i^n et de leurs bords, ait un complexe de singularités fini. Soit (D) la triangulation de H_t, image réciproque de (T), nous appellerons Λ_t la réunion de toutes les singularités de H_t et des D_i^k du bord $\dot{H}_t$ de H_t pour $k \leqq n-2$.

Soit α_k le nombre des cellules D_i^k de (D) et $\rho(H_t) = \alpha_0 - \alpha_1 + \ldots + (-1)^n \alpha_n$; on montre que $\rho(H_t) < O\{\mathfrak{V}(t)[\varepsilon(t)/\eta_1(t)] + \varepsilon'(t)\}$ avec $\varepsilon'(t) = \rho(V_t)/\mathfrak{V}(t)$. Soient μ_i^k le nombre des D^n bordant D_i^k, τ_i^k le nombre des T^n bordant la

---

(*) Séance du 13 mars 1950.

([1]) Pour toutes les définitions *voir* nos deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, **230**, 1950, p. 1244 et 1337).

projection T_i^k de D_i^k et $m'(D_i^k) = \mu_i^k/\tau_i^k$; pour $k = n$, $m' = 1$; pour $k = n-1$, $m' = 1/2$ si $D_i^{n-1} \subset H_t$ sinon $m' = 1$. Nous nous proposons d'évaluer le défaut algébrique global relatif à H_t, $M(t)/\mathfrak{V}(t)$ avec

$$M(t) = \sum_{D_i^k \subset \Lambda_t \cap \mathring{H}_t} (-1)^k [m'(D_i^k) - 1] + \sum_{D_i^k \subset \mathring{H}_i^{n-1}} (-1)^k \left(m'(D_i^k) - \frac{1}{2} \right) \qquad (0 \leq k \leq n-2),$$

$$M(t) = \sum_{i,k} (-1)^k [m'(D_i^k) - 1] \qquad (0 \leq k \leq n).$$

En groupant les D_i^k ayant même projection, il vient

$$M(t) = \mathfrak{V}(t).\rho(E) + \left(\sum_{T_i^n} [N(P_i, t) - \mathfrak{V}(t)] \sum_{T_j^k \subset \overline{T}_i^n} \frac{(-1)^k}{\tau^k} \right) - \rho(H).$$

Nous supposerons avoir choisi les décroissances de η_1 et η_2 assez lentes pour que $\varepsilon_1/\eta_1^{2+1/n-1} \to 0$ et $\eta_2/\eta_1^{1+1/n-1} \to 0$ (avec $\varepsilon/\eta_1\eta_2 \to 0$). Les majorations donnent alors

$$M(t) = \mathfrak{V}(t).\rho(E) + O\left(\mathfrak{V}(t) \frac{\eta_2}{\eta_1^{1+\frac{1}{n-1}}} \right) \sim \mathfrak{V}(t).\rho(E) \qquad \text{pour } t \to t_1.$$

Lorsque $n = 2$ tous les termes qui interviennent dans la définition de $M(t)$ sont positifs et l'on peut passer à des inégalités relatives à des défauts locaux du genre de celles de Nevanlinna-Ahlfors sous leur forme différenciée (bien que le défaut transcendant tel que nous l'avons défini puisse être négatif). Pour $n > 2$ on peut encore définir des défauts locaux, mais on ne peut plus, de l'égalité, déduire des inégalités, sauf dans des cas particuliers.

$M(t)$ nous permet encore d'avoir une forme du défaut transcendant total $\mathrm{Trs}(t)$ sans utiliser la formule de Gauss-Bonnet généralisée. Considérons une triangulation (T') de E, subdivision de (T) dont l'image réciproque (D') sur $H_t \cup V_t$ soit une subdivision de la triangulation $(\mathcal{D})$ relative à $X = U_t$([1]); elle permettra de définir $M(t)$ et $\mathrm{Alg}(t)$. Soient G^+ l'adhérence de la partie de H_t extérieure à V_t et G^- l'adhérence de la partie de V_t extérieure à H_t :

$$\mathrm{Trs}(t) \sim \sum_{D_i'^k \subset G^+} (-1)^k [m''(D_i'^k) - 1] - \sum_{D_i'^k \subset G^-} (-1)^k [m''(D_i'^k) - 1] \qquad (0 \leq k \leq n-2).$$

$m''(D_i'^k) = m(D_i'^k)$ si $D_i'^k$ est strictement intérieur à G^+ ou G^-, sinon m'' a, suivant les régions frontières des significations simples que nous ne détaillerons pas ici. La formule montre que le $\mathrm{Trs}(t)$ dépend du comportement de V dans un tube autour de $\dot{V}_t$ dont le rayon tend vers zéro avec $1/t$; que $\mathrm{Trs}(t)$ est une caractéristique numérique des régions recouvertes moins souvent que la moyenne (termes relatifs à G^+) ou plus souvent (termes relatifs à G^-).

Soit $A'_t = \bigcup_{i,k} D^k_i (0 \leq k \leq n-2)$. Si ce complexe A'_t qui contient toutes les singularités de $H_t \cup V_t$ a un nombre total $\nu'(t)$ de cellules tels que

$$\nu'(t) = o\left[\frac{1}{\eta_2(t)}\right] \quad \text{et} \quad \nu'(t) = o[\mathfrak{V}(t)],$$

il vient, en introduisant les nombres de recouvrement $N(T'^k_i, t)$,

$$\lim_t \left[\frac{1}{\mathfrak{V}(t)} \sum_{i,\, k \leq n-2} (-1)^k [m''(D'^k_i) - 1] + \sum_{i,\, k \leq n-2} (-1)^k \left(1 - \frac{N(T'^k_i, t)}{\mathfrak{V}(t)}\right)\right] = \rho(E).$$

Ceci, en particulier, si l'image par f du complexe singulier Δ est un complexe fini de E, cas simple qui se traite sans métrique avec des triangulations fixes.

TOPOLOGIE. — *Le plan projectif des octaves et les sphères comme espaces homogènes.* Note (*) de M. **Armand Borel**, présentée par M. Élie Cartan.

Le plan projectif des octaves de Cayley est un espace homogène du groupe simple compact exceptionnel F_4. Le n° 2 complète la détermination des groupes de Lie compacts transitifs sur les sphères, due à D. Montgomery et H. Samelson ([1]), ([2]). Au n° 3, applications à l'homotopie de G_2, F_4.

Notations. — A_l, B_l, C_l, D_l désigneront les groupes linéaires classiques compacts représentant ces structures de groupes de Lie simples compacts. $\overline{B_l}$, resp. $\overline{D_l}$ sera le groupe de recouvrement simplement connexe de B_l, resp. D_l. Rappelons que les structures de groupe compact G_2, F_4 n'ont, à une isomorphie près, qu'un représentant.

1. Le plan projectif des octaves est une variété close à 16 dimensions; elle contient des sous-variétés homéomorphes à S_8 qui, prises comme droites projectives, vérifient les axiomes d'incidence de la géométrie projective ([3]).

Théorème 1. — *Le plan projectif des octaves de Cayley est homéomorphe à l'espace homogène* $F_4/\overline{B_4}$; F_4 *opère transitivement sur les droites projectives.*

D'après E. Cartan([4]), il passe par deux points de $F_4/\overline{B_4}$ en général une seule géodésique (dans une métrique riemanienne invariante par F_4). Les points que l'on peut joindre à un point donné p par plus d'une géodésique forment une variété à huit dimensions, la variété antipodique de p, qui est homéomorphe

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) *Ann. Math.*, (2), 44, 1943, p. 454-470.

([2]) A. Borel, *Bull. Am. Math. Soc.*, 55, 1949, p. 580-587, complète ([1]) pour les sphères de dimensions paires.

([3]) G. Hirsch, *Colloque de Topologie algébrique*, Paris, 1947, p. 35-42.

([4]) *Ann. Éc. Norm. Sup.*, 44, 1927, p. 345-467.

à S_8. On prend les variétés antipodiques comme droites projectives; pour vérifier les axiomes d'incidence on se sert de l'unicité de l'antipode d'une variété antipodique et d'une deuxième définition de cette dernière, formulée à l'aide des sous-groupes de F_4 isomorphes à $\overline{B}_4$.

Les quatre variétés closes connues qui sont des plans projectifs admettent ainsi un groupe de Lie compact transitif de transformations, qui sont même projectives ; il n'en serait plus de même pour d'autres plans projectifs; en effet, une telle variété a $(1+t^n+t^{2n})$ comme polynôme de Poincaré (3) et son deuxième groupe d'homotopie est nul, (si $n>3$) puisque le complémentaire d'une droite projective S_n est l'espace euclidien (3). Or, mis à part les trois plans projectifs de dimensions >2, un seul espace homogène de groupe de Lie compact a la caractéristique d'Euler-Poincaré 3, c'est $G_2/A_1\times A_1$ (2); ici $A_1\times A_1$ ne désigne que la structure du groupe d'isotropie, en réalité isomorphe à D_2. On voit aisément que le polynôme de Poincaré de cet espace est $1+t^4+t^8$, mais $\pi_2(G_2/D_2)=\pi_1(D_2)\neq 0$ (suite d'homotopie), donc :

La variété G_2/D_2 *a même polynôme de Poincaré que le plan projectif quaternionien, mais ne lui est pas homéomorphe.*

2. *Groupes transitifs sur* S_{2n-1}. Soit $W=G/G'$; G est *effectif* sur W si seule l'unité de G induit l'identité de W. Si $W=S_{2n-1}$, G' est non homologue à zéro dans G et rang $G=$ rang $G'+1$ (5). On montre d'abord dans (1) que si G est effectif et transitif sur S_{2n-1}, il est localement le produit direct d'un ou deux facteurs. On a plus généralement le

THÉORÈME 2. — *Soit G de Lie compact connexe effectif sur $W=G/G'$, G' connexe. Si rang $G'=$ rang $G-k$ et si G est localement isomorphe au produit direct de plus de $k+1$ groupes (non réduits à l'élément neutre), W est un produit topologique d'espaces homogènes.*

Il y a donc ici un ou deux facteurs simples; dans le deuxième cas, l'un est de rang 1 et l'autre est transitif sur S_{2n-1} (1), on est bien ramené au cas où G est simple. Les seuls groupes classiques transitifs sur S_{2n-1} sont A_n, D_n, C_m et éventuellement B_m (ou $\overline{B}_m$) (si $n=2m$) (1). Le plus difficile est de savoir si S_{4m-1} est homéomorphe à $\overline{B}_m/\overline{B}_{m-1}$ ou à B_m/B_{m-1}; il résulte de (1) que c'est exclu pour $m\neq 2, 4$. On peut aussi le voir en vérifiant par le calcul des plus petits degrés des représentations de B_{m-1} que ses images non triviales dans B_m sont toutes équivalentes à la somme $1+1+B_{m-1}$; or le quotient de B_m par un tel sous-groupe est la variété des vecteurs unitaires tangents à S_{2m}, qui n'est pas S_{4m-1}. Par contre $\overline{B}_3$ a une représentation fidèle $1+\Delta$, où Δ est irréductible de degré 8 et le quotient de $\overline{B}_4$ par l'image inverse de ce sous-groupe de B_4 est S_{15}. Cela équivaut en somme au fait que $F_4/\overline{B}_4$ est de rang 1 (4). De manière analogue

---

(5) H. SAMELSON, *Ann. Math.*, (2), 42, 1941, p. 1091-1137.

on a $\overline{B}_2/\overline{B}_1 = S_7$, mais cela est bien connu, car $\overline{B}_2 \simeq C_2$, $\overline{B}_1 \simeq C_1$. On montre facilement que Δ opère transitivement sur l'espace quotient de D_4 par $1 + B_3$, qui est S_7; cette dernière est donc le quotient de $\overline{B}_3$ par un sous-groupe à 14 paramètres, qui est forcément G_2 (6).

Les espaces G_2/A_1 ou G_2/B_1 ont mêmes nombres de Betti que S_{11} mais ne lui sont pas homéomorphes [la suite d'homotopie appliquée à $G_2/A_2 = S_6$ donne $\pi_4(G_2) = \pi_4(A_2) = 0$ (7), tandis que $G_2/A_1 = S_{11}$ donnerait $\pi_4(G_2) \neq 0$]. Les autres groupes exceptionnels ne sont pas transitifs sur S_{2n-1} car ils ne possèdent pas de sous-groupes de rang $l-1$ non homologues à zéro (8). On peut alors compléter les théorèmes 3 et 4 de (1) par le :

THÉORÈME 3. — *Les espaces homogènes de groupes de Lie simples compacts homéomorphes à* S_{2n-1} *sont* A_n/A_{n-1}, D_n/B_{n-1} *et* (*pour* $n = 2m$) C_m/C_{m-1}; *enfin il y a encore* $\overline{B}_4/\overline{B}_3 = S_{15}$ *et* $\overline{B}_3/G_2 = S_7$.

3. Les sept premiers groupes d'homotopie du plan des octaves V sont nuls, puisque le complémentaire d'une S_8 est l'espace euclidien (9). La suite d'homotopie appliquée à cette fibration et aux deux dernières du théorème 3 donne le :

THÉORÈME 4. — $\pi_i(G_2) = \pi_i(B_3)$, $(2 \leqq i \leqq 5)$; $\pi_i(F_4) = \pi_i(B_4)$, $(2 \leqq i \leqq 6)$; $\pi_i(B_3) = \pi_i(B_4)$, $(i \leqq 13)$.

MÉCANIQUE. — *Contribution à l'étude de la stabilité des circuits de régulation et des servomécanismes.* Note (*) de M. **PIERRE-LOUIS DUBOIS-VIOLETTE**, présentée par M. Louis de Broglie.

J'examine la stabilité d'un régulateur automatique ou d'un servomécanisme, par la théorie de la fusion des racines. Je montre comment le domaine de stabilité d'un système à régulation proportionnelle peut être étendu, en introduisant une réaction dérivée, et que dans certains cas il est avantageux de recourir à une réaction dérivée *positive*.

I. Le circuit de régulation de la figure 1 comprend l'installation à régler $[G(p)]$ et le régulateur $[-R(p)]$, $G(p)$ et $-R(p)$ spécifiant les rapports de transmission respectifs de chacun de ces éléments, le signe — étant une notation commode, puisque la réaction est en général négative. Précisons que $G(p)$ est le rapport de transmission entre la grandeur de réglage et la grandeur réglée.

---

(6) Cela a d'abord été démontré par M. A. Blanchard, par la considération des structures presque complexes de S_6.

(7) L. PONTRJAGIN, *Comm. Math. Helv.*, 13, 1940-41, p. 277-292.

(8) YEN CHIH TA, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 628-630.

(9) On a de plus d'après M. A. Blanchard : $\pi_i(V) = \pi_{i-1}(S_7)$ $(i \leqq 15)$.

(*) Séance du 20 mars 1950.

La transformée de Laplace $\varepsilon(p)$ de l'écart indiqué par l'appareil de mesure vérifie l'équation

$$(1) \qquad \varepsilon(p) = \frac{G(p)}{1 + R(p)\,G(p)}\rho(p),$$

où $\rho(p)$ désigne la transformée des variations de la grandeur réglée imputables à la grandeur libre et ramenées au niveau du point de composition c, compte tenu des conditions initiales.

Nous ferons les deux hypothèses suivantes :

1. $f(p) = 1/G(p)$ est un polynôme ou une fonction approchable par un polynôme dans le domaine intéressant l'installation.

2. L'installation, libérée de son régulateur, ne peut osciller spontanément. Développant $f(j\omega) = A(\omega^2) + j\omega B(\omega^2)$, l'hypothèse II entraîne [1] :

a. les racines en ω des équations $A(\omega^2) = 0$ et $\omega B(\omega^2) = 0$ sont réelles, distinctes et forment deux groupes entrelacés; par conséquent, les racines en $x = \omega^2$ de $A(x) = 0$ et $B(x) = 0$, toutes $\geqq 0$, jouissent des mêmes propriétés. La plus petite racine de $A(x)$ peut être éventuellement nulle; elle est inférieure à la plus petite racine de $B(x)$ en vertu de l'entrelacement des racines de $A(\omega^2)$ et $\omega B(\omega^2)$.

b. les coefficients de $f(p)$ sont de même signe, positifs en pratique.

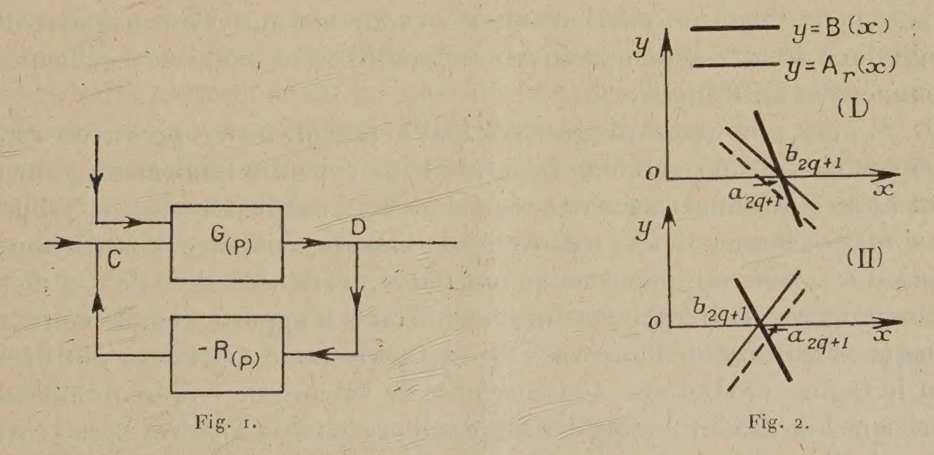


Fig. 1.

Fig. 2.

II. L'intervention d'un réglage par réaction dite *proportionnelle* de taux r est caractérisée par la forme particulière $R(p) \equiv r$. L'équation (1) devient alors

$$(2) \qquad [f(p) + r]\,\varepsilon(p) = \rho(p).$$

A la parenthèse du premier membre correspondent les deux polynômes $A_r(x) = A(x) + r$ et $B(x)$. La courbe $y = A_r(x)$ s'obtient à partir de la courbe $y = A(x)$ par une translation de module r, de direction et de sens Oy. Lorsqu'on augmente le taux de réaction r, l'accroissement progressif de ce module entraîne fatalement, pour une valeur r_0 de r, la fusion d'une racine

[1] Y. Rocard, *Dynamique générale des vibrations*, Masson, 1949.

de $A_r(x)$ avec une racine $x_0 = \omega_0^2$ de $B(x)$ et corrélativement, la naissance d'auto-oscillations de pulsation ω_0.

Numérotons les racines de $A(x)$ et de $B(x)$ dans le sens des x croissants; compte tenu du signe positif des coefficients de $f(p)$, $B'(x_0)$ est plus petit que O et, de plus, x_0 est nécessairement l'abscisse d'une racine d'ordre impair b_{2q+1}. Par contre, l'intersection des deux courbes $y = A_{r_0}(x)$ et $y = B(x)$ en b_{2q+1} peut présenter l'un ou l'autre des deux aspects (I) et (II) de la figure 2, suivant celle des racines a_{2q+1} ou a_{2q+2} qui a fusionné avec b_{2q+1}.

On peut alors améliorer la stabilité en introduisant une nouvelle réaction d'une autre classe. Nous considérons ici l'effet d'une réaction dite *dérivée*, ajoutée dans le circuit du régulateur. Celle-ci est caractérisée par l'adjonction d'un terme en hp dans $R(p)$. Au premier membre de l'équation (2) correspond maintenant un polynôme $B_h(x)$ dont la courbe représentative est déduite de celle de $B(x)$ par une translation parallèle à Oy, de module h et de sens Oy, si h est > 0, de sens contraire si $h < 0$.

a. D'après la figure 2 (I), il est clair que cette transformation, dans le cas où h a une valeur positive, rétablira les racines dans leur ordre primitif. Nous retrouvons l'effet stabilisateur de la réaction dérivée, tel qu'il est obtenu sur de nombreuses installations.

b. Par contre, dans le cas (II) il convient d'effectuer la translation vers les $y < 0$ pour obtenir ce même résultat, en adoptant une valeur négative de h. Il s'agit donc d'une réaction positive, c'est-à-dire de sens inverse à celle qui est communément mise en jeu.

III. Si nous renforçons progressivement le module de h, après avoir convenablement choisi son signe, une racine de $B_h(x)$ viendra fatalement, pour une valeur h_0 de h, fusionner avec une racine de $A_{r_0}(x)$ d'abcisse $x'_0 = \omega'^2_0$, d'ordre pair si $h > 0$, impair si $h < 0$ provoquant ainsi la naissance d'oscillations de pulsation ω'_0. Nous supposerons qu'une réduction de r en deçà de r_0 y met fin (le cas contraire est théoriquement possible mais n'apporte rien de nouveau). A chaque valeur de h de l'intervalle $O - h_0$, correspond une valeur de r déclenchant le régime oscillatoire. Cet ensemble de valeurs de r présente un maximum r_1 que l'on atteint lorsque les couples de racines de $A_r(x)$ et $B_h(x)$ correspondant par continuité aux ω_0^2 et ω'^2_0 précédents sont simultanément confondues. La valeur h_1 de h correspondante peut être considérée comme optimum.

Il est possible d'atteindre expérimentalement cette valeur par approximations successives; on partira d'une valeur $h_0/2$ et l'on observera la pulsation des oscillations qui apparaissent pour la valeur limite de r. Suivant que cette pulsation est de l'ordre de ω_0 ou de ω'_0, on essaiera $3h_0/4$ ou $h_0/4$ et ainsi de suite. Un cas particulier est celui où ω_0 et ω'_0 sont deux racines consécutives de $A(x)$; les deux groupes de pulsations tendent alors vers une commune limite ω_1. La courbe $y = A_{r_1}(x)$ est alors tangente à l'axe des x au point d'abscisse $x_1 = \omega_1^2$.

IV. Dans les servomécanismes, r est en général fixe, mais les mêmes raisonnements restent valables et ils montrent qu'on améliorera la stabilité en intercalant dans la chaîne de réaction un filtre à action dérivée et qu'une réaction dérivée positive ($h < 0$) doit être envisagée dans certains cas.

ASTROPHYSIQUE. — *Contribution à l'étude du courant de la Grande Ourse.* Note (*) de M. **Joseph Huss**, présentée par M. Bernard Lyot.

S'il est relativement facile de décider l'appartenance d'une étoile à un amas courant lorsque celui-ci est numériquement important et bien localisé, il n'en est plus de même pour un courant du genre de celui de la Grande Ourse dont les membres se répartissent sur toute la sphère céleste et ne représentent qu'une faible fraction du nombre total des étoiles. Il est alors difficile de savoir comment on doit limiter le courant. Aussi, trouvons-nous les résultats les plus variés. Admettant une assez grande dispersion des vitesses, Mohr ([1]) conclut en 1930 que 35 % des étoiles du type A sont membres du courant. En admettant un courant bien défini, Smart ([2]) en 1939 ne retient que 42 étoiles dont 23 du type A sur 136 étoiles proposées membres. En 1949, dans un mémoire de Nancy Grace Roman ([3]), nous relevons 58 étoiles du type A sur la liste des membres probables du courant. Enfin, en 1948, Bourgeois et Coutrez ([4]), considérant la distribution des vecteurs vitesse, ne trouvent pas de singularité correspondant au courant. Mais ici l'imprécision des vecteurs composants de la vitesse cache probablement le phénomène.

Nous nous sommes proposé, en nous appuyant exclusivement sur les vitesses radiales (qui constituent les données les plus précises) du *Catalogue of Bright Stars* de Schlesinger et Jenkins (1940), de chercher le nombre d'étoiles du type A qu'il était raisonnable d'attribuer au courant, en considérant ce dernier comme une singularité se détachant sur une distribution d'ensemble régulière, ellipsoïdale ou autre, et en admettant que le vecteur vitesse du courant est bien défini.

La vitesse radiale ρ d'une étoile membre qui se trouve à une distance angulaire λ de l'apex du courant est $V \cos\lambda$ (V étant la vitesse du courant). Partageons la sphère céleste en 24 zones Z_i dont chacune se trouve à une distance moyenne λ_i. Dans chaque Z_i les ρ sont distribués selon une certaine loi. Le courant se manifestera par un excès de fréquence dans la distribution

(*) Séance du 27 mars 1950.

([1]) *Bulletin Astronomique*, 6, p. 147.

([2]) *Monthly Notices*, 99, p. 441 et 710.

([3]) *Astrophysical Journal*, 110, p. 230.

([4]) *Ann. de l'Obs. Royal de Belgique*, 3e série, 3, p. 210.

des ρ autour de la valeur $V \cos\lambda_i$. Posons $\rho_i = V \cos\lambda_i + j$. Chaque Z_i a sa distribution des ρ : $f(V \cos\lambda_i + j)$. Considérons alors la distribution

$$F_j = \sum_{i=1}^{i=24} f_i(V \cos\lambda_i + j),$$

l'effet du courant devra être un excès de fréquence particulièrement net dans la distribution des j autour de O. Les j ne sont pas indépendants *à priori*, des amas ou des courants locaux par exemple peuvent agir systématiquement sur certaines fréquences de j. Nous avons adopté pour l'apex du courant les constantes proposées par Smart ([2]) : $A = 20^h 30^m$, $D = -39°,3$ et examiné les distributions F obtenues en faisant varier V de 12 à 20 km/s. C'est pour V = 15 km/s, que nous avons obtenu la bosse la plus accusée autour de $j = 0$, et nous avons remarqué qu'en dehors de la région $-3 \leqq j \leqq +3$, F suit sensiblement une simple loi de Gauss.

Après suppression de 23 étoiles à la fois membres de noyaux de courants et de notre matériel, il restait 1 204 vitesses radiales. Le calcul donne : $j = -1,25$, $\sigma = 21,17$, $\beta_3 = -0,005$, $\beta_4 = +0,0015$, de sorte que obliquité et excès sont devenus entièrement négligeables. En admettant $\beta_3 = \beta_4 = 0$, nous avons dès lors calculé les 10 distributions obtenues en enlevant successivement : 0, 10, 20, ..., n, ..., 90 étoiles à la région affectée par le courant ($-3 \leqq j \leqq +3$) ([5]). Compte tenu de la précision des ρ, nous avons formé 13 classes : $j \leqq -39$, $-38 \leqq j \leqq -32$, ..., $-3 \leqq j \leqq +3$, ..., $+39 \leqq j$, nous avons calculé les χ^2 de Pearson et les probabilités correspondantes P qui expriment les probabilités relatives pour que n étoiles soient membres du courant. Si N est le nombre total d'étoiles, nous avons obtenu :

N.	n.	χ^2.	P.	N.	n.	χ^2.	P.
1204.......	0	21,031	0,05	1154.......	50	7,995	0,78
1194.......	10	16,687	0,16	1144.......	60	9,057	0,70
1184.......	20	13,195	0,35	1134.......	70	11,156	0,51
1174.......	30	10,843	0,54	1124.......	80	14,009	0,30
1164.......	40	9,228	0,68	1114.......	90	18,047	0,11

Pour conclure, nous dirons qu'il y a donc une probabilité de 0,05 pour que le courant n'existe pas, qu'avec : $A = 20^h 30^m$, $D = -39°,3$ la vitesse la plus probable du courant est de 15 km/sec et que pour les étoiles du type A considérées, on peut admettre raisonnablement : $2,4\% < n < 5,7\%$.

Remarquons que nos résultats s'accordent avec ceux de Miss Roman.

([5]) Pour les comparer à des distributions gaussiennes.

GÉOMÉTRIE ET CARTOGRAPHIE. — *Sur une propriété des segments capables sphériques décrits sur un quart de grand cercle.* Note (*) de M. **André Gougenheim**, présentée par M. Donatien Cot.

Ces courbes découpent la surface de la sphère en deux aires égales et superposables, propriété qui peut être mise à profit pour l'établissement de mappemondes de forme allongée.

Par extension à la sphère d'une notion de Géométrie plane, on appelle segment capable sphérique le lieu des points de la surface de la sphère tels que les grands cercles qui les joignent à deux points donnés de cette surface se coupent sous un angle donné.

Comme dans le cas du segment capable plan, c'est une même courbe fermée qui sert de support aux segments décrits de part et d'autre d'une même base et capables d'angles supplémentaires. C'est cette courbe que nous désignerons par segment capable sphérique, elle admet comme plans de symétrie le plan médiateur de la base et le plan diamétral qui forme avec lui et avec le plan de la base un trièdre trirectangle.

Nous allons montrer que, *si la base du segment est le quart d'un grand cercle, la courbe partage la sphère en deux aires égales et superposables.*

Soient en effet AB la base égale à $\pi/2$ d'un segment capable d'un angle α, M un point de ce segment capable et B' le point diamétralement opposé à B. L'arc AB' est donc égal à $\pi/2$ et, comme l'arc de grand cercle MB passe par B', l'angle B'MA est égal à $\pi - \alpha$. Le lieu géométrique de M, segment capable de α décrit sur AB, est donc aussi le segment capable de $\pi - \alpha$ décrit sur AB' et du même côté par rapport au plan de la base. Mais de l'autre côté de ce plan, la courbe décrite par M est le segment capable de $\pi - \alpha$ décrit sur AB. Les points B et B' étant symétriques par rapport à A, les deux segments capables de l'angle $\pi - \alpha$ que nous avons considérés, décrits de part et d'autre du plan de base, l'un sur AB', l'autre sur AB, sont donc également symétriques par rapport au point A. Comme il s'agit en fait de deux arcs d'une même courbe, celle-ci admet donc A comme centre de symétrie.

Soit en outre CAC' l'arc de cette courbe compris entre les deux plans de symétrie PCP' et PC'P', médiateurs des bases AB et AB'. En raison de l'existence du centre de symétrie A, les aires PC'AC et P'CAC' sont égales et superposables. Il en est de même dans les autres dièdres formés par les plans de symétrie, ce qui démontre la proposition.

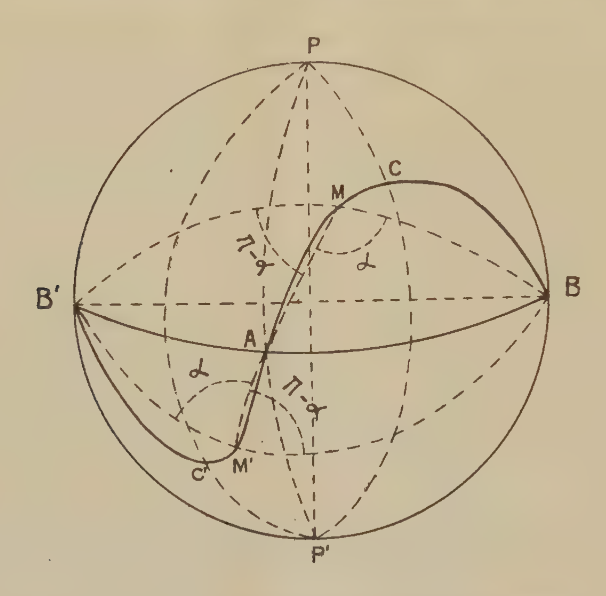
Ce résultat se retrouve aisément par des considérations analytiques; si l'on prend le plan de la base comme équateur et le méridien de A comme origine des longitudes M et si l'on désigne par $\mathcal{L}$ la latitude isométrique, l'équation de

(*) Séance du 3 avril 1950.

la courbe s'écrit en effet :

$$\mathrm{sh}\, 2\mathcal{L} = -\, \mathrm{tg}\, \alpha \sin 2\mathrm{M}.$$

La propriété qui vient d'être démontrée peut être mise à profit pour l'établissement de mappemondes de forme allongée présentant des altérations



plus faibles que celles des mappemondes hémisphériques. Il existe d'ailleurs une infinité d'autres courbes conduisant à un partage analogue de la surface sphérique et utilisables pour le même objet.

On peut enfin remarquer que la courbe rappelle la couture des balles de tennis; on peut assimiler celle-ci au segment capable sphérique de base 90° tel que la latitude de C soit sensiblement de 60°.

PROPAGATION DES ONDES. — *Les lois de Fresnel en ondes centimétriques.* Note (*) de M. Jean-Claude Simon, présentée par M. Camille Gutton.

La présente Note est le début d'un travail plus étendu sur les effets de diffraction obtenus avec des plaques métalliques percées de trous. Les analogies avec les propriétés optiques classiques sont confirmées par l'expérience, en particulier est observé l'effet Brewster.

On a récemment attiré l'attention sur l'analogie qui existe entre les effets observés en ondes centimétriques sur des structures en réseau constituées par des éléments métalliques et les effets optiques classiques sur des structures cristallines [1]. Les éléments métalliques considérés se comportent sous l'influence

(*) Séance du 3 avril 1950.

(1) W. E. Kock, *B. S. T. J.*, 1948.

d'une onde centimétrique d'une manière analogue aux électrons liés des structures cristallines. En particulier soit une structure A constituée de disques métalliques égaux disposés suivant des plans *a* parallèles et équidistants. Appliquons à un plan *a* le théorème de Babinet relatif aux écrans; l'écran complémentaire est constitué par une plaque métallique *b* percée de trous. Une structure périodique B constituée par des plaques *b*, parallèles et équidistantes, produit les effets complémentaires de ceux d'une structure A. L'utilisation de l'écran complémentaire *b* présente l'avantage de supprimer le rayonnement direct pour ne laisser subsister que le rayonnement diffracté.

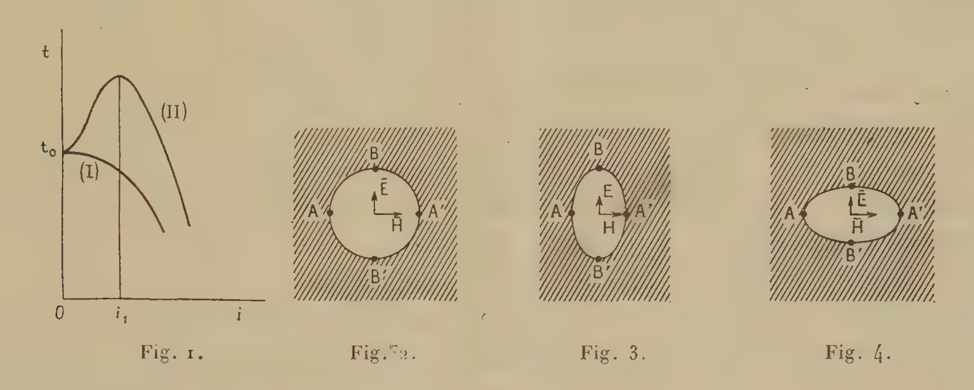


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Sous la double condition que chacun des disques considérés ne soit pas résonnant, et que la distance des centres de deux disques voisins soit inférieure à la longueur d'onde, une plaque *a* peut être assimilée approximativement à une couche de diélectrique d'épaisseur $\lambda_1/4$ (λ_1 longueur d'onde dans le diélectrique considéré, λ longueur d'onde dans l'air, $n > 1$ indice de réfraction, on a la relation $n\lambda_1 = \lambda$). On peut calculer l'indice équivalent n à partir du diamètre des disques et de leur répartition. Inversement nous obtiendrons avec l'écran *b* des effets complémentaires de ceux observés avec l'écran *a*. L'écran *b* équivaut à une épaisseur $\lambda'_1/4$ de diélectrique d'indice $n' = 1/n < 1$.

L'expérience confirme ces vues. Étudions par exemple le coefficient de transmission t d'une plaque *b* en fonction de l'angle d'incidence d'une onde plane de vecteurs électriques et magnétiques $\overline{E}$ et $\overline{H}$ suivant que nous inclinons la plaque *b* autour d'un axe parallèle au vecteur $\overline{E}$ ou au vecteur $\overline{H}$ de l'onde considérée, nous obtenons respectivement les courbes (I) ou (II) (*fig.* 1). Cette variation de la transmission t est analogue à celle obtenue en optique à partir des lois de Fresnel pour une couche mince de diélectrique. Rappelons que les lois de Fresnel donnent pour le coefficient de réflexion d'une onde plane au passage d'un dioptre plan des lois différentes, suivant qu'on incline le dioptre autour d'un axe parallèle au vecteur $\overline{E}$ ou au vecteur $\overline{H}$ de l'onde plane incidente. Nous observons en particulier l'effet Brewster obtenu pour un angle i_1 tel que $\operatorname{tg} i_1 = n' = 1/n$. D'autre part, le coefficient de transmission en incidence

normale $t_0 = \sin u_0$ peut être déterminé de façon précise par l'effet de filtrage obtenu en disposant plusieurs plaques b équidistantes. De la valeur de u et des lois de Fresnel, on tire $\operatorname{tg} u_0/2 = n' = 1/n$. D'où la loi simple $i_1 = u_0/2$, assez bien vérifiée par l'expérience, même pour de faibles valeurs de t_0.

Il est enfin possible de donner une explication directe du phénomène observé. En effet, considérons un trou isolé et admettons, qu'en fonction de l'angle d'incidence, tout se passe comme si, l'onde incidente restant normale, le trou se déformait suivant son image apparente. On peut dire qu'un tel trou déformable, excité par une onde plane $(\overline{E}, \overline{H})$, transmet d'autant moins que la distance AA' décroît (effet de self) et d'autant plus que la distance BB' décroît (effet de capacité). Partons de l'incidence normale (*fig.* 2). Pour une inclinaison autour d'un axe parallèle au vecteur $\overline{E}$ la transmission décroît constamment (*fig.* 3). Au contraire pour une inclinaison autour d'un axe parallèle au vecteur $\overline{H}$ (*fig.* 4, la transmission commence par croître jusqu'à une valeur correspondant à une sorte de résonance et décroît ensuite. On retrouve ainsi les phénomènes signalés et l'angle de Brewster.

Ces explications d'un même phénomène physique, empruntées l'une à l'optique classique, l'autre à l'électrotechnique, mettent en évidence le fait que les ondes ultracourtes sont le lien entre les ondes lumineuses et les ondes de radioélectricité ordinaires. Elles permettent de reconstituer à une échelle microscopique des phénomènes ondulatoires qui ne peuvent être observés sur la matière qu'à l'échelle macroscopique.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Espace vectoriel des ondes régulières à l'extérieur d'une surface fermée.* Note (*) de M. **Jean Brodin**, présentée par M. Louis de Broglie.

L'expression générale du principe de Huyghens pour une onde monochromatique régulière à l'extérieur d'une surface fermée S et à l'infini, est donnée sous forme d'une série d'ondes produites par des couches fondamentales de dipôles électriques et magnétiques tangents à S. Dans ce développement apparaissent des coefficients arbitraires permettant l'adaptation aux problèmes particuliers.

Supposons singulier le problème de Huyghens pour la surface S et la pulsation ω; soit $\vec{\tau}_1, \ldots, \vec{\tau}_h$ une base complète de l'espace vectoriel ([1]) des solutions de l'équation (4) homogène ([2]).

Soient U'_k l'onde produite à l'*extérieur* de S par la couche de dipôles *magnétiques* $\vec{\tau}_k \, dS e^{i\omega t}$; $\vec{H}'_{ik} e^{i\omega t}$, $\vec{E}'_{ik} e^{i\omega t}$ les composantes tangentielles de ses

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) Lichnerowicz, *Algèbre et Analyse linéaires*, p. 9.

([2]) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1345. Les équations (1) à (9) sont celles de cette Note.

champs magnétique et électrique au voisinage extérieur de S. Soit $U''_k(H''_{tk}, E''_{tk})$ l'onde produite à l'*extérieur* de S par la couche de dipôles *électriques* $\vec{\tau}_k\, dS\, e^{i\omega t}$. Posons

$$(10) \qquad \vec{\mu}'_k = \tau_k, \qquad \vec{\rho}''_k = \tau_k, \qquad \vec{\rho}'_k = -\frac{c}{4\pi i\omega}\vec{n}\wedge\vec{H}'_{tk}, \qquad \vec{\mu}''_k = \frac{c}{4\pi i\omega}\vec{n}\wedge\vec{E}''_{tk}.$$

Existence d'une onde régulière (²) extérieure *définie par la composante tangentielle* $\vec{H}_t e^{i\omega t}$ *d'un de ses champs donnée en tout point de* S. — Il existe des constantes α_k telles que ($j = 1, \ldots, h$),

$$(11) \qquad \begin{cases} \vec{H}_t = \alpha_1 \vec{H}'_{t1} + \ldots + \alpha_h \vec{H}'_{th} + \vec{H}'''_t, \\ \iint \vec{H}'''_t . \vec{\tau}_j\, dS \equiv \iint dS\left(\vec{H}_t . \vec{\tau}_j - \alpha_1 \vec{H}'_{t1} . \vec{\tau}_j - \ldots - \alpha_h \vec{H}'_{th} . \vec{\tau}_j\right) = 0, \end{cases}$$

car le déterminant $|D_j^k|$ des inconnues α_k n'est pas nul (²).

Il existe une solution $\vec{\rho}$ de l'équation intégrale non singulière (²),

$$(12) \qquad \vec{\rho}^{M} + \frac{1}{2\pi}\iint dS_P \left\{ \mathcal{K}_P^M \vec{\rho}^P + 2\pi \sum_{k=1}^{h} \left[\left(\vec{n}_P \wedge \vec{\tau}_k^P\right) . \vec{\rho}^P \right] \vec{n}_M \wedge \vec{H}_{tk}^M \right\} = \frac{c}{2\pi i\omega}\vec{n}_M \wedge \vec{H}'''_t(M).$$

Multiplions scalairement par $\vec{n}_M \wedge \vec{\tau}_j^M\, dS_M$ et intégrons tenant compte de

$$\iint \left(\vec{n}_M \wedge \vec{\tau}_j^M\right) dS_M . \iint dS_P \mathcal{K}_P^M \vec{\rho}^P = \iint dS_M \iint dS_P \left(\vec{n}_P \wedge \vec{\rho}^P\right) . \mathcal{K}_M^P \vec{\tau}^M$$
$$= 2\pi \iint dS_P \left(\vec{n}_P \wedge \vec{\rho}^P\right) . \vec{\tau}_j^P = - 2\pi \iint dS_M \left(\vec{n}_M \wedge \vec{\tau}_j^M\right) . \vec{\rho}^M,$$

il reste

$$\sum_{k=1}^{h} \iint dS_M \iint dS_P \left[\left(\vec{n}_P \wedge \vec{\rho}^P\right) . \vec{\tau}_k^P \right] \vec{H}'^M_{tk} . \vec{\tau}^M = 0.$$

Le déterminant D_j^k n'étant pas nul, cela entraîne (³),

$$(13) \qquad \iint dS_P \left(\vec{n}_P \wedge \vec{\tau}_k^P\right) . \vec{\rho}^P = 0, \qquad \vec{\rho}^M + \frac{1}{2\pi}\iint dS_P \mathcal{K}_P^M \vec{\rho}^P = \frac{c}{2\pi i\omega}\vec{n}_M \wedge \vec{H}'''_t(M).$$

L'ensemble de la couche de dipôles *électriques* $\vec{\rho}\, dS\, e^{i\omega t}$ et des couches de dipôles *magnétiques* $\alpha_k \vec{\tau}_k\, dS\, e^{i\omega t}$ produit au voisinage extérieur de S le champ magnétique de composante tangentielle $H_t e^{i\omega t}$.

Décomposition d'une onde extérieure régulière. — Il existe β_k tels que :

$$(14) \qquad \begin{gathered} \vec{E}'''_t \equiv \vec{E}_t - \alpha_1 \vec{E}'_{t1} - \ldots \alpha_h \vec{E}'_{th} = \beta_1 \vec{E}''_{t1} + \ldots + \beta_h \vec{E}''_{th} + \vec{E}^0_t, \\ \iint \vec{E}^0_t . \vec{\rho}''_k\, dS = 0, \quad \text{quel que soit } k, \end{gathered}$$

(³) LICHNEROWICZ, *loc. cit.*, p. 297, équat. 228-13 et 228-14.

Soit

$$\vec{H}_t^0 = \vec{H}_t - \alpha_1 \vec{H}'_{t1} - \ldots - \alpha_h \vec{H}'_{th} - \beta_1 \vec{H}''_{t1} - \ldots - \beta_h \vec{H}''_{th},$$

(15) $$\iint \vec{H}_t^0 . \vec{\tau}_k \, dS = \iint \vec{H}'''_t . \vec{\tau}_k \, dS - \sum_j \beta_j \iint \vec{H}''_{tj} . \vec{\tau}_k \, dS = 0.$$

Toute onde U *régulière à l'extérieur de* S *est la somme :*

D'une onde U′ produite par des dipôles magnétiques $\Sigma \alpha_k \vec{\tau}_k \, dS \, e^{i\omega t}$.

D'une onde U″ produite par des dipôles électriques $\Sigma \beta_j \vec{\tau}_j \, dS \, e^{i\omega t}$.

D'une onde U^0 satisfaisant aux deux conditions (14) (15).

Production d'une onde régulière extérieure par une série de couche fondamentales. — Soit $U^0_{2h+1}, \ldots, U^0_n, \ldots$ une base complète de l'espace vectoriel des ondes U^0; U^0_n peut être produite soit par une couche de dipôles magnétiques $\vec{\mu}^0_n \, dS \, e^{i\omega t}$, soit par une couche de dipôles électriques $\vec{\rho}^0_n \, dS \, e^{i\omega t}$. Toute onde extérieure régulière,

(16) $$U = (\alpha_1 U'_1 + \ldots + \alpha_h U'_h) + (\beta_1 U''_1 + \ldots + \beta_h U''_h) + \gamma_{2h+1} U^0_{2h+1} + \ldots + \gamma_n U^0_n + \ldots,$$

est produite par l'ensemble des dipôles électriques $\vec{\rho} \, dS \, e^{i\omega t}$ et magnétiques $\vec{\mu} \, dS \, e^{i\omega t}$:

(17) $$\left\{\begin{aligned} \vec{\mu} &= \left(\alpha_1 \vec{\mu}'_1 + \ldots + \alpha_h \vec{\mu}'_h\right) + \left(A_{h+1} \vec{\mu}''_1 + \ldots + A_{2h} \vec{\mu}''_h\right) \\ &\quad + A_{2h+1} \vec{\mu}^0_{2h+1} + \ldots + A_n \vec{\mu}^0_n + \ldots, \\ \vec{\rho} &= \left(B_1 \vec{\rho}'_1 + \ldots + B_h \vec{\rho}'_h\right) + \left(\beta_1 \vec{\rho}''_1 + \ldots + \beta_h \vec{\rho}''_h\right) \\ &\quad + (\gamma_{2h+1} - A_{2h+1}) \vec{\rho}^0_{2h+1} + \ldots + (\gamma_n - A_n) \vec{\rho}^0_n + \ldots, \end{aligned}\right.$$

$B_1, \ldots, B_h, A_{h+1}, \ldots, A_{2h}, A_{2h+1}, \ldots, A_n, \ldots$, arbitraires : l'on pourra ainsi, dans certains cas, assujettir $\vec{\rho}$ et $\vec{\mu}$ à une condition [4], [5].

ÉLECTRO-ACOUSTIQUE. — *L'oreille artificielle du Centre National d'Études des Télécommunications.* Note (*) de M. **Pierre Chavasse**, présentée par M. Camille Gutton.

Pour l'étude et le contrôle téléphonométrique des appareils téléphoniques (micro-téléphone d'abonné) il est nécessaire de disposer d'un appareillage reproduisant les caractères moyens d'une liaison réelle comprenant l'abonné lui-même.

---

(4) *Comptes rendus*, **230**, 1950, p. 67, condition (3).

(5) M. M. Brillouin a appliqué cette méthode en Acoustique : *Comptes rendus*, **150**, 1910, p. 461 et 611.

(*) Séance du 27 mars 1950.

A cet égard, nous avons déjà réalisé une voix (¹) et une bouche artificielles (²) qui permettent de remplacer l'opérateur de contrôle chargé de parler devant le microphone côté émission. La présente Note décrit une oreille artificielle

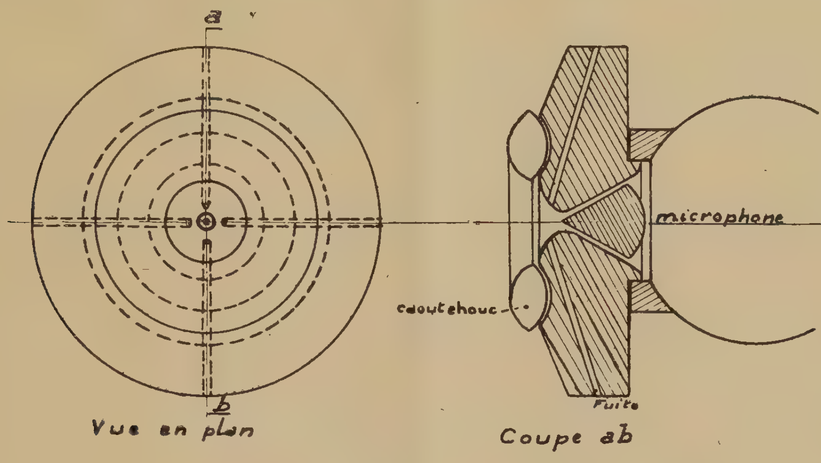


Fig. 1.

tendant à remplacer l'opérateur placé côté récepteur. De telles oreilles limitées à la partie acoustique doivent présenter une impédance égale à celle de l'oreille

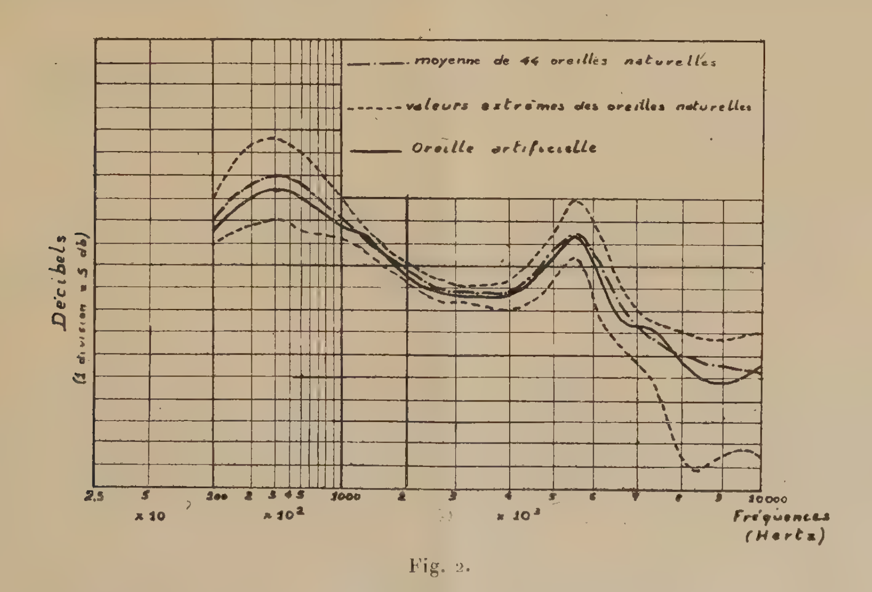


Fig. 2.

humaine et ont déjà été décrites. Nous donnons les caractéristiques d'un nouveau modèle réalisé au Centre National d'Études des Télécommunications,

(¹) *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1620.
(²) *Comptes rendus*, **230**, 1950, p. 436.

après de nombreux essais systématiques relatifs à l'influence du volume et de la forme de la chambre couplant l'écouteur à l'oreille, ainsi que du réseau d'impédances acoustiques, sur les caractéristiques des écouteurs téléphoniques.

L'impédance du conduit auditif est représentée par le volume compris entre deux cônes coaxiaux ($1^{cm^3},2$); un tore de caoutchouc forme avec la partie supérieure du coupleur un volume de 2^{cm^3}.

Des fuites nécessaires aux fréquences basses sont assurées par 2×2 canaux de diamètres $1^{mm},5$ et 1^{mm} respectivement, et de longueur $6^{cm},5$. Ces caractéristiques ont permis d'obtenir l'égalité commune des pressions acoustiques mesurées dans le plan de base du pavillon d'un écouteur dynamique appliqué successivement sur l'oreille artificielle et sur 44 oreilles naturelles en position d'écoute téléphonique normale. La concordance des résultats obtenus est montrée par la figure 2 qui reproduit les courbes d'efficacité moyennes et extrêmes relatives aux 44 oreilles et celles relatives à l'oreille artificielle.

Le tympan de l'oreille est formé par le diaphragme d'un microphone électrostatique. L'ensemble est de révolution autour de l'axe de symétrie de la figure. Pour un étalonnage, le récepteur vient reposer sur le tore de caoutchouc et la surface conique de révolution dans laquelle le tore est logé. Une concordance très satisfaisante a été obtenue au cours des comparaisons téléphonométriques, entre les sons captés par cette oreille, successivement associée à des récepteurs différents, et les sons captés par l'oreille d'un opérateur moyen attaqué par un récepteur relié au microphone à condensateur, de manière à faire intervenir l'appréciation neuro-subjective d'intensité du cerveau; pour remplacer cette dernière, on ne dispose pas encore d'un appareillage suffisamment fidèle.

OPTIQUE. — *Lame de phase à contraste variable par réflexion*. Note (*) de MM. **Maurice Françon** et **Georges Nomarski**, présentée par M. Bernard Lyot.

L'appareil est constitué par une lame de verre recouverte d'un métal opaque sauf dans la région où l'on forme l'image de la source lumineuse. L'incidence des rayons sur la lame est voisine de 57°. La lumière directe est déphasée de $\pi/2$ par rapport à la lumière diffractée du fait de l'épaisseur de la couche métallique. Elle est enfin polarisée totalement. Un polaroïd placé sur le trajet des rayons incidents permet de faire varier l'intensité du faisceau direct réfléchi sur le verre.

On sait que dans tout dispositif permettant d'observer des objets par contraste de phase, on doit former une image de la source lumineuse, après traversée de l'objet, sur la lame de phase. Un système optique placé derrière permet d'observer l'image de l'objet. Habituellement la lame de phase travaille par transmission, mais cela ne constitue pas la seule solution. Nous

---

(*) Séance du 27 mars 1950.

avons étudié une lame déphasante par réflexion, dont l'absorption peut être modifiée à volonté pendant l'observation.

Les rayons lumineux issus d'une fente F et après traversée de l'objet (non représentés sur la figure) tombent sur un système optique S. On obtient ainsi en F′ une image de la fente F sur la lame de phase L. Cette dernière est constituée par une lame de verre dont une face AB, plane et bien polie, est recouverte d'un métal comme l'aluminium par exemple.

On a pris la précaution d'enlever l'aluminiure dans une région ayant la forme d'une fente fine et sur laquelle viendra se former l'image F′. La lumière diffractée par les détails de l'objet suit le même trajet que les rayons concourant à la formation de l'image F′, mais s'étale autour de cette image et se réfléchit sur l'aluminiure. Si e est l'épaisseur de la couche d'aluminium et i l'angle d'incidence, on voit que les rayons directs réfléchis sur le verre en F′ accomplissent un chemin plus long que les rayons diffractés réfléchis sur l'aluminium, la différence δ étant

$$\delta = 2e\cos i.$$

En réglant convenablement e il est possible d'avoir le déphasage requis de $\pi/2$. Par suite de la réflexion sur le verre, la lumière directe est toujours plus ou moins polarisée; en prenant $i = 57°$, incidence brewstérienne sur le verre, la polarisation est totale. Si l'on place alors un polariseur P avant la lame de phase, par simple rotation il est possible de modifier d'une façon continue l'intensité du faisceau direct réfléchit en F′ sans modifier celle du faisceau diffracté réfléchi sur l'aluminium. On a ainsi une lame de phase dont la densité optique peut varier d'une façon continue. L'image M′ de l'objet M (qui peut être également une image aérienne formée par un autre système optique) observée avec l'oculaire O, a donc un contraste réglable à volonté.

Notons que le retard acquis à la réflexion métallique par les deux vibrations

incidentes polarisées à angle droit n'est pas exactement le même. Toutefois la différence est faible, de l'ordre de $\lambda/15$ et ne modifie pas le phénomène.

Le polariseur P peut être placé à un endroit quelconque pourvu que ce soit avant la lame L. Si l'on supprime le polariseur P, la moitié de la lumière diffractée ne peut interférer avec la lumière directe. Cette fraction de lumière diffractée donne en M′ une image de l'objet analogue à une image en fond noir. On a donc superposition d'un contraste de phase et d'un fond noir. Comme les images correspondantes n'ont pas la même structure, il s'ensuit un trouble des images en contraste de phase.

Ce dispositif peut être employé facilement dans un microscope ordinaire où il viendra prendre la place de l'oculaire. La fente F se trouve alors au foyer du condenseur. Après traversée de ce dernier et de la préparation, on a une image de la source au foyer image de l'objectif. C'est cette image que l'on reprend avec le système S pour former finalement une image de la fente F en F′ sur la lame de phase. Le dispositif convient particulièrement en microscopie métallographique. Il suffit pour cela de remplacer le diaphragme iris d'ouverture de l'illuminateur vertical pour une fente.

OPTIQUE. — *Illumination des gaz raréfiés par la décharge en haute fréquence, commandée par impulsions.* Note (*) de M. **Jean Roig** et Mlle **Agnès Buret**, présentée par M. Jean Cabannes.

1. Un tube sans électrodes, renfermant des gaz ou des vapeurs sous quelques centièmes de millimètre de mercure, s'illumine au centre d'une self parcourue par des courants HF de quelques dizaines de mètres; il émet généralement le spectre d'arc; il faut dépasser des puissances de 10 kW pour obtenir les raies d'étincelle. Cela nécessite des générateurs HF encombrants et coûteux. Il est préférable d'utiliser un oscillateur commandé par impulsions qui, pour une forte puissance instantanée, consomme une puissance moyenne raisonnable. Goudet, Herreng et Nief [1] ont appliqué directement les impulsions à la tension anodique; le montage nécessite un redresseur et deux gros thyratrons travaillant sous 15000 V.

Nous nous sommes proposé de commander les impulsions en basse tension en agissant sur la grille oscillatrice; nous avons également supprimé le redresseur de l'alimentation anodique et utilisé un alternateur et un transformateur 500 périodes; *l'impulsion synchronisée se déclenche en crête de tension.*

2. *Générateurs d'impulsions.* — Les impulsions sont produites par un thyratron T 884; une faible tension 500 périodes appliquée à sa grille les

(*) Séance du 20 mars 1950.

(1) *Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 62.

synchronise; un jeu de condensateurs et de résistances variables et un inverseur permettent de faire varier leur phase de $-180°$ à $+180°$ et de choisir les meilleures conditions de fonctionnement. Les impulsions, amplifiées par une lampe 4 Y 25, sont transmises à la grille de l'oscillatrice par un transformateur T_2 à grande impédance, placé dans le circuit anodique de l'amplificatrice. La figure 1 représente leur forme; l'alternance positive et l'alternance négative ont pour amplitudes 300 V et 200 V.

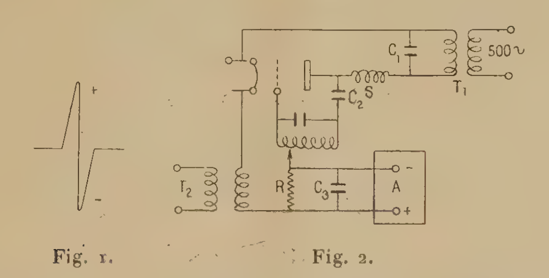


Fig. 1. Fig. 2.

T_1, transformateur HT, 500 Hz; T_2, transformateur d'impulsions; C_1, C_2, 10^{-3} µf; C_3, filtrage 4 µf; R, 200 000 Ω; A, tension de grille; S, self de choc.

3. *Oscillateur.* — La triode oscillatrice est une lampe E 756 qui peut normalement fonctionner sous une tension continue de 4000 V avec une puissance de 500 W. L'oscillateur monté en Hartley donne des ondes de 15^m. La grille est rendue fortement négative en permanence par une alimentation auxiliaire; le courant anodique est nul. Si l'anode est à 20 000 V, la lampe sera bloquée si la grille est à un potentiel négatif de 1 000 V.

La figure 2 indique le montage de l'oscillateur.

En crête de tension C_1 et C_2 sont chargés et constituent une réserve d'énergie, la grille est négative, la lampe ne débite pas. L'impulsion se déclenche; son alternance positive augmente le potentiel de grille; les oscillations s'établissent. Simultanément C_1 et C_2 se déchargent dans la lampe, la tension anodique tombe et l'alternance négative de l'impulsion de grille favorise le décrochage des oscillations.

Le réglage du potentiel optimum de la grille se fait en agissant sur le primaire du transformateur de tension de A; si l'on part d'une grille très négative et si l'on augmente lentement son potentiel, on observe dans l'ordre les régimes suivants : pas d'allumage, un éclair bref par impulsion, une série d'éclairs par impulsion, l'allumage spontané en crête de tension anodique qui subsiste en l'absence d'impulsions.

Durée des éclairs. — La stabilité du fonctionnement permet une mesure stroboscopique. Le tube éclaire une fente F; un miroir de galvanomètre M à long foyer donne de F une image fine située à 4^m de M; M est porté par la palette d'un vibreur en résonance alimenté par le 500 périodes; le vibreur

vibre à 1000 périodes; un système de capacités et de résistances permet de régler sa phase par rapport aux éclairs. Les images de la fente données par les éclairs synchronisés se font toujours au même point et sont reçues sur une plaque photographique. Nous réglons la phase du vibreur pour que l'éclair se produise quand M passe par sa position d'équilibre, c'est-à-dire quand la vitesse de balayage est maxima. La stabilité du réglage permet de faire des poses (une dizaine de secondes en général). Pour mesurer l'amplitude des déplacements de l'image, nous éclairons une extrémité de F par une petite lampe à incandescence. On en déduit la vitesse de balayage au moment de l'éclair. Si l'éclair est long, l'image de F sera très étalée. Avec une tension de 15 000 V et un tube à vapeur de mercure nous avons obtenu un étalement de 1^{cm} correspondant à 14 μs. La durée est d'autant plus brève que C_1 et C_2 sont plus faibles; on a intérêt à diminuer ces capacités et à augmenter la tension pour avoir des éclairs brefs et lumineux.

La fréquence des éclairs est généralement de 250; selon le réglage, la synchronisation s'établit sur les harmoniques et les sous-harmoniques du 500 périodes. La puissance instantanée mise en jeu dans nos essais est 10 kW, soit 20 *fois la puissance moyenne* supportée par la lampe. Nous nous proposons d'utiliser des tensions plus élevées, nous avons été limités par la résistance au claquage des condensateurs dont nous disposions.

5. *Conclusion.* — Le défaut du montage est de faire débiter en permanence l'alternateur dans C_1 et C_2; le courant est en principe déwatté, mais la résistance des enroulements de T_1 entraîne une charge assez forte pour l'alternateur.

Il serait plus rationnel d'employer un redresseur, et nous avons fait des essais satisfaisants en courant redressé, mais les valves dont nous disposions ne nous ont pas permis de dépasser 4000 volts.

Au point de vue spectroscopique, nous avons utilisé des tubes à mercure et à hélium et observé surtout des raies d'arc; nous nous proposons d'utiliser des tensions plus élevées pour observer les raies d'étincelle.

RAYONS COSMIQUES. — *La distribution zénithale de la composante pénétrante du rayonnement cosmique en fonction de l'altitude.* Note de M. **André Voisin**, transmise par M. Alexandre Dauvillier.

La distribution zénithale de la fréquence du rayonnement cosmique est étroitement liée à la distribution spectrale du rayonnement cosmique primaire et aux conditions dans lesquelles celui-ci engendre la composante des mésons.

Les mesures effectuées à basse altitude (1) (observatoire de Meudon, altitude 148^m) avec un dispositif permettant d'opérer une discrimination efficace

(1) A. Rogozinski et A. Voisin, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1092.

entre les composantes gerbigène et pénétrante du rayonnement cosmique ont montré que la fréquence $I(\theta)$ du *spectre intégral* de la composante pénétrante en fonction de l'angle au zénith θ, pouvait être représentée par

$$I(\theta) = I(0)\cos^{\lambda}\theta, \quad \text{où} \quad \lambda = 2,18 \pm 0,02 \quad (^2).$$

Or, comme il est d'un intérêt particulier de connaître la loi qui régit $I(\theta)$ à des altitudes différentes, des mesures du même genre et avec le même dispositif que celui utilisé à Meudon ont été effectuées dans ce but au Pic du Midi (altitude 2860^m) durant l'été 1949.

	θ	0°.	30°.	60°.	73°.
Pic du Midi.	$I_t(\theta)$.	$243,5 \pm 2,4$	$175,7 \pm 2,8$	$60,1 \pm 1,0$	–
	$I_g(\theta)$.	$18,7 \pm 0,6$	$16,7 \pm 0,8$	$11,2 \pm 0,4$	–
	$I(\theta)$.	$224,8 \pm 2,1$	$159,0 \pm 2,6$	$48,9 \pm 0,9$	$20,4 \pm 0,5$
	$\frac{I(\theta)}{I(0)}$.	$1 \pm 0,010$	$0,706 \pm 0,010$	$0,218 \pm 0,005$	$0,090 \pm 0,004$
Meudon.	$I_t(\theta)$.	$149,3 \pm 0,6$	$110,3 \pm 0,6$	$36,0 \pm 0,3$	$11,9 \pm 0,14$
	$I_g(\theta)$.	$6,00 \pm 0,12$	$5,80 \pm 0,15$	$3,22 \pm 0,05$	$1,93 \pm 0,06$
	$I(\theta)$.	$143,3 \pm 0,55$	$104,5 \pm 0,6$	$32,8 \pm 0,3$	$10,0 \pm 0,14$
	$\frac{I(\theta)}{I(0)}$.	$1 \pm 0,004$	$0,729 \pm 0,008$	$0,229 \pm 0,004$	$0,070 \pm 0,001$
$\frac{I_t(\text{Pic})}{I_t(\text{Meudon})}$		$1,63 \pm 0,03$	$1,59 \pm 0,04$	$1,67 \pm 0,04$	–
$\frac{I_g(\text{Pic})}{I_g(\text{Meudon})}$		$3,12 \pm 0,17$	$2,88 \pm 0,22$	$3,48 \pm 0,23$	–
$\frac{I(\text{Pic})}{I(\text{Meudon})}$		$1,57 \pm 0,04$	$1,52 \pm 0,04$	$1,49 \pm 0,05$	$2,04 \pm 0,07$

Les mesures, qui font l'objet de la présente Note, concernent le rayonnement filtré par un écran P de 14^cm Pb et observé suivant les angles au zénith θ de 0°, 30°, 60° et 73° Est. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau, où I_t représente la fréquence (par heure) du rayonnement total, I_g la fréquence des gerbes produites dans l'écran P plus les gerbes latérales, $I = I_t - I_g$ la fréquence de la composante pénétrante.

En traçant $\log[I(\theta)/I(0)]$ en fonction de $\log\cos\theta$, on trouve que les points expérimentaux [excepté pour $\theta = 73°$, déjà signalé (3)] se placent sur une droite ayant une pente égale à $2,20 \pm 0,04$. Il en résulte que la loi de

(2) La précision statistique a été améliorée depuis notre première Note (1) qui indiquait $\lambda = 2,20 \pm 0,06$.

(3) A. VOISIN et A. ROGOZINSKI, *J. Physique*, 10, n° 5, 1949, p. 10 S.

distribution cherchée est de la forme

$$I(\theta) = I(0)\cos^{2,20}\theta,$$

donc pratiquement identique à celle qui correspond à Meudon.

Ce résultat est en accord avec celui de J.-F. Jenkins (4), mais diffère légèrement de celui de A. Fréon et Tsai-Chu (5) qui trouvent que l'exposant du cos θ augmente avec l'altitude.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Détermination expérimentale des relations parcours-énergie et du pouvoir de ralentissement des émulsions nucléaires pour les particules chargées de faible énergie.* Note (*) de Mme **Henriette Faraggi**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Nous avons étudié les transmutations par les neutrons thermiques du lithium (1), du bore (2) et de l'azote (3), à l'aide d'émulsions nucléaires imprégnées et développées par le procédé d'effacement partiel (1); nous avons ainsi pu déterminer avec précision les parcours moyens des particules chargées émises dans ces réactions, sans absorption préalable et sans être gênés par le parcours du noyau de recul. On peut calculer les énergies cinétiques de ces particules à l'aide des bilans énergétiques et des valeurs précises des masses (4). Les parcours dans l'air sont donnés par les courbes de Livingstone et Bethe (5), valables dans ce domaine d'énergie (2). Nous pouvons alors établir les relations parcours-énergie relatives aux émulsions nucléaires et déterminer expérimentalement leur pouvoir de ralentissement pour les protons d'énergie inférieure à 1 MeV et les particules α d'énergie inférieure à 2,1 MeV.

Pour étendre ces résultats aux particules α d'énergie comprise entre 2 et

---

(4) *Phys. Rev.*, **76**, 1949, p. 992.

(5) *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 753.

(*) Séance du 20 mars 1950.

(1) Faraggi, *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 527 : dans les premières mesures faites sur le lithium, nous avions arbitrairement situé l'origine de la transmutation au centre de la lacune, alors qu'elle se trouve en réalité au contact de la trace la plus ionisante : nous avions alors attribué un parcours trop court au triton; les chiffres publiés ici réparent cette erreur.

(2) Faraggi, *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 1223.

(3) Traces obtenues dans des émulsions Ilford E1 exposées aux neutrons thermiques de la pile de Châtillon; effacement partiel provoqué par la vapeurs d'eau saturante à 30° pendant 10 minutes.

(4) Bainbridge, Rapport au 7e Congrès Solvay, 1947; Mattauch-Flammersfeld, *Tables*, Tübingen, 1949; Tollestrup et al., *Bull. of Am. Phys. Soc.*, **24**, no 4, 1949, Abst. T2.

(5) *Rev. of Mod. Phys.*, 9, 1937, p. 263; Holloway et Livingstone, *Phys. Rev.*, **54**, 1938, p. 18.

4 MeV (au delà de 4 MeV il existe de nombreuses déterminations grâce aux radioéléments naturels), nous avons utilisé le rayonnement du polonium, ralenti par des écrans d'aluminium pesés, d'épaisseur croissante. L'énergie du rayonnement à la sortie de l'écran peut être calculé, et le parcours moyen dans l'émulsion mesuré. Moins précises que les précédentes, les correspondances parcours-énergie ainsi obtenues se raccordent cependant parfaitement avec elles.

L'ensemble des résultats est contenu dans le tableau suivant :

Origine du rayonnement.	Énergie (MeV).	Parcours moyen émuls (μ).	Parcours moyen air (cm).	Pouvoir de ralentis. mesuré.	Pouvoir de ralentis. calculé.
Particules α :					
$B^{10}(n, \alpha)L^{7}$........	1,52 ± 0,09	5,0 ± 0,2	0,80 ± 0,05	1600	1510 à 1520
$L_i^{6}(n, \alpha)H^{3}$........	2,04 ± 0,07	6,7 ± 0,2	1,08 ± 0,04	1610	
Polonium ralenti par écrans...........	0,95 ± 0,1	3,5 ± 0,2	0,53 ± 0,1	1520	
	2,15 ± 0,1	7,2 ± 0,2	1,15 ± 0,1	1600	
	3,20 ± 0,1	11,4 ± 0,2	1,86 ± 0,1	1640	
	3,85 ± 0,1	14,2 ± 0,2	9,39 ± 0,1	1680	1740 à 1760
	4,71 ± 0,1	19,0 ± 0,2	3,20 ± 0,1	1680	
Polonium..........	5,298	22,0 ± 0,2	3,84	1750	
Protons :					
$N^{14}(n, p)C^{14}$........	0,58 ± 0,02	6,1 ± 0,15	1,00 ± 0,02	1630	1520
$L_i^{6}(n, \alpha)H^{3}$........	0,91 ± 0,02	12,1 ± 0,06	2,00 ± 0,04	1650	
(Proton équivalent).	–	–	–	–	

Compte tenu des variations possibles pouvant provenir soit de l'observateur, soit de l'étalonnage du microscope utilisé, soit de la présence d'un élément imprégnant l'émulsion dans des proportions inférieures à 2 % en poids, *ces résultats sont valables pour toutes les émulsions nucléaires avec une précision de l'ordre de* 5 %. Des précisions très supérieures peuvent être atteintes dans une mesure particulière par étalonnage de l'émulsion même que l'on utilise.

Les relations parcours-énergie ainsi obtenues se raccordent bien avec les relations déjà obtenues pour les énergies plus élevées ([8]). Les résultats expérimentaux obtenus sont en bon accord avec d'autres travaux relatifs au lithium et à l'azote ([6]). *Mais le pouvoir de ralentissement expérimental est supérieur aux valeurs calculées* ([7]) à partir des pouvoirs de ralentissement atomiques. Une étude d'ensemble de ces questions sera publiée ailleurs.

([6]) MORTIER et VERMAESEN, Note n° 5 du Centre de Physique nucléaire de Bruxelles; CUER, *J. de Phys.*, 8, 1947, p. 83.

([7]) CUER, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 1121; WEBB, *Phys. Rev.*, 74, 1948, p. 263.

([8]) TSIEN-SAN, TSIANG, CHASTEL, FARAGGI et VIGNERON, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 571; LATTES FOWLER et CUER, *Proc. Phys. Soc. London*, 59, 1947, p. 883; GREEN et LIVESEY, d'après FEATHER, *Nucleonics*, juillet, 1949.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Preuves expérimentales de la recapture électronique dans les sulfures phosphorescents cristallins.* Note (*) de M. **Daniel Curie**, présentée par M. Frédéric Joliot.

En faisant agir l'infrarouge sur divers corps phosphorescents refroidis après avoir été éteints à température plus élevée, mais contenant des électrons dans des pièges très profonds, on observe une montée lente de l'émission lumineuse avant le maximum, puis après coupure de l'infrarouge une phosphorescence résiduelle très nette. Ceci est dû à la recapture par les pièges courts et moyens.

En phosphorescence, on considère des pièges, niveaux métastables à une profondeur E en dessous d'une bande de conductibilité. L'électron quitte le piège s'il absorbe l'énergie E, soit par suite de l'agitation thermique, soit par *stimulation* si le corps phosphorescent est irradié par des rayons infrarouges. Si l'électron ainsi remonté dans la bande retombe dans un piège, on dit qu'il y a *recapture* (repiégeage). L'existence de ce processus est actuellement très discutée. L'étude de la forme du déclin naturel, de la thermoluminescence, du rendement et de l'efficacité des radiations stimulantes ont conduit, soit à affirmer, soit à nier l'existence de la recapture ([1]). On en présente ici une preuve directe.

On a opéré d'abord avec un CaS(Bi), type *sulfure normal* de Lenard. Ce sulfure possède des pièges dans lesquels les électrons ont des durées de vie inférieures à 10^4 secondes et des pièges à vie exceptionnellement longue, de l'ordre de 10^6 secondes, dans lesquels se constitue une réserve d'électrons excités, que l'on peut libérer par irradiation I. R.

On excite au Wood pendant un quart d'heure; forte luminescence violette. On le porte une heure à 135° C. Il est alors très faiblement lumineux, mais quelques secondes après sa sortie de l'étuve la luminescence disparaît; il est encore à plus de 100°. Quand il a repris la température de la salle, on le soumet à l'infrarouge provenant d'une lampe à incandescence de 300 W, filtré par un verre manganèse-fer dont la transparence s'étend de $0^{\mu},8$ à 3^{μ}. Le sulfure redevient alors lumineux. On mesure sa brillance au moyen d'un nitomètre à coin optique. Elle passe par un maximum au bout de 2 minutes 15 secondes, puis décroît et s'éteint en une heure environ (courbe I).

On reprend alors l'expérience, mais on coupe l'infrarouge au moment du maximum. On observe pendant 10 minutes une phosphorescence très nette (courbe II).

On a vérifié directement que le sulfure n'est pas excité, ni par des radiations

(*) Séance du 27 mars 1650.

([1]) G. F. J. Garlick et A. F. Gibson, *Proc. Phys. Soc. Lond.*, 60, 1948, p. 574; F. Urbach, Cornell Symposium, Wiley and sons, New-York, 1948, p. 296; R. T. Ellickson and W. T. Parker, *loc. cit.*, p. 331; D. Curie, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1321.

qui auraient traversé le filtre, ni par sa propre lumière violette. D'autre part la phosphorescence résiduelle ne peut être due à un échauffement local du sulfure à plus de 100° persistant plusieurs minutes; celui-ci est placé sur une plaque épaisse d'aluminium.

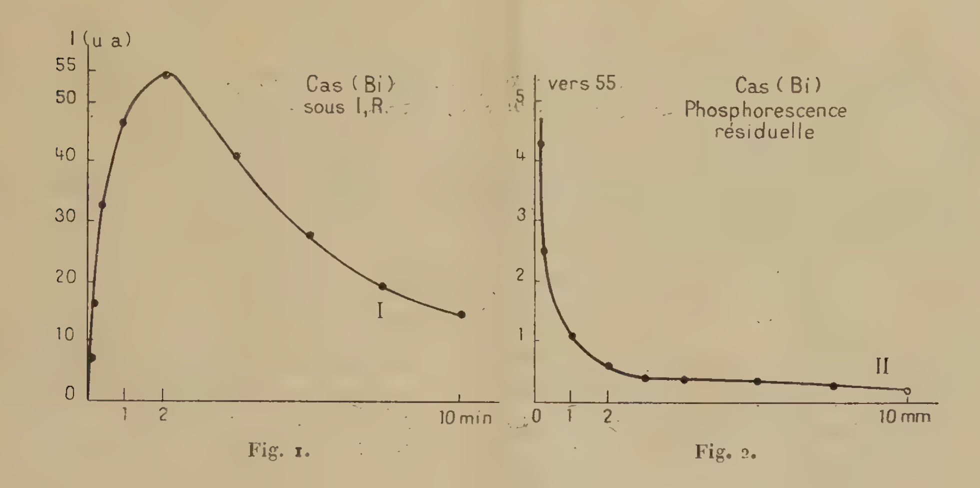


Fig. 1. Fig. 2.

Interprétation du phénomène. — Avant stimulation, les pièges courts responsables de la luminescence visible sont vides. L'infrarouge sort les électrons restant dans les pièges longs; certains retombent dans les centres, ce qui produit l'émission de lumière sous l'infrarouge, d'autres retombent dans les pièges courts, d'où la phosphorescence résiduelle.

On peut caractériser l'importance de la recapture dans les pièges de vie $\geq t$ par le rapport I_0/I de l'intensité de phosphorescence I_0 extrapolée au temps zéro à l'intensité I sous l'infrarouge au moment de la coupure, cette extrapolation dépendant de t, ou par le rapport L/S de la somme de lumière de phosphorescence L à la somme S libérée par l'infrarouge avant coupure. A partir de ces quantités, on peut évaluer la probabilité de recapture dans les pièges considérés (ordre de 1/4 pour $t = 10$ secondes).

Par ailleurs, la montée de la luminescence après application de l'infrarouge s'effectue lentement alors que s'il n'y avait pas repiégeage la brillance passerait d'une manière discontinue de zéro à sa valeur maximum. Il y a donc une recapture presque totale dans les pièges de vie très courte. Ceci n'est pas incompatible avec le fait que ces pièges ne sont pas les plus nombreux, chacun d'eux pouvant servir plusieurs fois de suite.

Essais sur ZnS (Cu). — I calciné à 1100°, II à température plus basse, excités tous deux comme ci-dessus; I a été maintenu dans l'obscurité 30 minutes à 70°, II 30 minutes à 80° (*a*) ou 18 heures à 20° (*b*). Dans les trois cas, les sulfures éteints sont placés sur une plaque en aluminium maintenue à 0° pendant et après l'action de l'infrarouge. Les intensités sont (unité arbitraire) :

	Coupure infrarouge....	Après 5 secondes.	10 secondes.	30 secondes.	1 minute.	10 minutes.
I.	2,7 (20 sec)........	1,35	0,95	0,56	0,38	~0,05
II *a*.	7,2 (50 sec)........	3,5	2,5	1,20	0,76	~0,15
II *b*.	6,0 (1 m)..........	3,0	2,4	1,35	0,85	~0,1

Les nombres entre parenthèses sont les durées d'action de l'infrarouge. Pour II, la coupure est effectuée au moment du maximum; pour I, le maximum est à la troisième seconde après l'application de l'infrarouge.

L'effet du repiègeage est relativement plus important, car le ZnS est mieux cristallisé que le CaS, mais plus difficile à mettre en évidence, car il n'y a pas de pièges aussi profonds.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la sorption de la vapeur d'eau par la cellulose hydrolysée et par les micelles isolées de cellulose.* Note (*) de MM. **Bengt G. Rånby** et **Boris Grinberg**, transmise par M. Jacques Duclaux.

Il est admis que la sorption de la vapeur d'eau par la cellulose dépend en particulier de sa cristallinité. On peut donc espérer qu'en modifiant celle-ci, par exemple par des méthodes chimiques telles que l'hydrolyse sulfurique, on obtienne une variation de la sorption. C'est ce qui a été fait au cours du présent travail entrepris à l'Institut de Chimie Physique d'Upsal en vue de contrôler la validité des diverses théories de la sorption de la vapeur d'eau par la cellulose.

Préparation des échantillons (B. G. Rånby). — La dégradation de la cellulose de bois et de coton, intensément étudiée ces dernières années ([1]), ([2]), ([3]), donne des produits caractérisés par des courbes de répartition à plusieurs maxima. Le premier, qui correspond à un D. P. de 70-100, est commun tant à la cellulose native qu'à la cellulose dépolymérisée. Par ébullition avec l'acide sulfurique 2,5 N, selon Nickerson et Habrle ([4]), la majeure partie de l'échantillon se rassemble sous ce maximum qui ne se déplace sensiblement pas, même après des temps de réaction prolongés (5-10 minutes à 10-20 heures).

A partir des échantillons de cellulose hydrolysée, on a préparé, par peptisation, des solutions colloïdales aqueuses de cellulose [Rånby ([5])]. Les

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) B. G. Rånby, *Norsk Skogsindustri*, 1, 1947, p. 12.

([2]) P. O. Kinell et B. G. Rånby, *Adv. in Colloïd Sc.*, Vol. III (sous presse).

([3]) T. Svedberg, *Svensk Papperstidning*, 52, 1949, p. 157.

([4]) *Ind. Eng. Chem.*, 39, 1947, p. 1507.

([5]) *Acta Chem. Scand.*, 3, 1949, p. 649.

particules de cellulose se présentent sous forme soit de bâtonnets relativement isomoléculaires (dimensions déterminées au microscope électronique : longueur ∼ 500 Å, largeur 50 à 100 Å), soit d'agrégats de bâtonnets résolvables au microscope électronique. L'examen de ces particules, tant aux rayons X qu'au microscospe électronique, a montré qu'elles étaient très bien cristallisées (Rånby et Ribi). Il est probable que ces particules isolées ne sont autres que les cristallites ou micelles de la cellulose dont l'existence avait été suggérée par l'étude aux rayons X des fibres [*cf.* Mark ([6])]. La longueur des micelles isolées est bien celle de la chaîne qui correspondrait au premier maximum de la courbe de répartition. La cellulose hydrolysée a été lavée à l'eau distillée jusqu'à pH neutre, puis à l'alcool absolu et séchée enfin à la température de la pièce. Les micelles étaient précipitées à partir de la solution colloïdale par addition d'acide chlorhydrique dilué jusqu'à pH 2-3, lavées à l'eau distillée, puis à l'alcool absolu et séchées dans les mêmes conditions que la cellulose hydrolysée. Les échantillons une fois secs pouvaient aisément être réduits en poudre.

Mesures de sorption (B. Grinberg). — Les isothermes de sorption ont été tracées à 20° C à l'aide de balances spiralaires en fil de quartz de Mc Bain, pour des humidités relatives variant de 0 à 90 %.

Les échantillons suivants ont été étudiés : 1° Hydrocelluloses de provenances diverses et résultant de durées d'attaque variées (5, 15, 40, 60 et 90 minutes); 2° Micelles de provenances diverses.

Les résultats ont été les suivants :

a. Hydrocelluloses. —

1° Toutes les isothermes ont la forme en S classique des celluloses normales,

2° Dans tous les cas l'attaque sulfurique entraîne une diminution (pour une même humidité relative) du pouvoir sorbant; cet effet croît régulièrement avec la durée de l'hydrolyse. Dans aucun des cas, et contrairement à ce qui a été signalé par Nickerson et Harble, il n'a pu être observé d'effet maximum pour un temps d'hydrolyse voisin de 30 minutes. Les isothermes 5, 15, 40, 60 et 90 minutes sont très rapprochées les unes des autres et se situent nettement au-dessous de celle de la cellulose originelle correspondante. Cela confirme bien que la dégradation sulfurique s'accomplit presque totalement dans les premières minutes de l'attaque.

3. La sorption relative moyenne calculée entre 5 et 60 % d'humidité relative varie de 87 % pour le coton d'Égypte hydrolysé 5 minutes à 78 % pour la rayonne de viscose hydrolysée 5 minutes également. Les autres hydrocelluloses ont donné des valeurs intermédiaires.

b. Micelles. — Les isothermes ont comme précédemment l'allure sigmoïde normale. Quoique la cristallinité des micelles soit nettement plus élevée que

---

([6]) *J. Phys. Chem.*, 44, 1940, p. 764.

celle des hydrocelluloses, la sorption relative moyenne varie de 73 à 85 % selon les échantillons.

Le détail des résultats fera l'objet d'une publication ultérieure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Séparation des acides aminés et polypeptides à l'état de dérivés dinitrophénylés.* Note de MM. **Gérard Biserte** et **Roger Osteux**, présentée par M. Maurice Javillier.

La fixation du radical dinitrophényle par action du fluorodinitrobenzène sur les groupements NH_2 libres constitue une méthode précieuse d'identification des acides aminés terminaux des polypeptides. Son intérêt est toutefois restreint par les difficultés que présente la séparation des dinitrophénylaminoacides, ainsi qu'en témoigne la multiplicité des techniques proposées, qui vont de la chromatographie de partage sur gel de silice à la distribution à contre-courant. La chromatographie de partage sur papier semblait à première vue le procédé de choix, mais n'a pas jusqu'à présent donné toute satisfaction à cause de l'étalement des taches qui deviennent confluentes, et de la formation de traînées dues à l'adsorption sur le papier des DNP-amino-acides à radicaux non polaires (Phillips et Stephen).

Nous avons repris la question et nous avons essayé un nombre considérable de solvants, parmi lesquels trois ont pu être retenus; ce sont les phases organiques des mélanges suivants : 1° phénol-alcool isoamylique-eau (1:1:1), en atmosphère ammoniacale; 2° toluène-monochlorhydrine du glycol-pyridine-ammoniaque diluée (5:3:1:3), en atmosphère ammoniacale; 3° pyridine-alcool isoamylique-ammoniaque diluée (6:14:20). Les séparations sont réalisées en une ou en deux dimensions (par exemple avec les solvants 1 et 2 ou 1 et 3). La résolution est très satisfaisante lorsqu'on a affaire à un petit nombre de DNP-amino-acides différents, et notamment quand on cherche à identifier les groupes terminaux de polypeptides simples, ainsi qu'en témoigne l'exemple ci-dessous :

	Rf (1).	
	Solvant 1.	Solvant 2.
DNP-glycylleucine	0,76	0,49
Après hydrolyse :		
DNP-glycine	0,34	0,257
Leucine (2)	0,45	0,18
DNP-leucylglycine	0,71	0,45
Après hydrolyse :		
DNP-leucine	0,79	0,60
Glycocolle (2)	0,02	0,01

(1) R_F = rapport du déplacement du corps dissous à la distance parcourue par le front du solvant.

(2) Identifiés par la ninhydrine.

Lorsque le problème à résoudre est plus complexe, nous réalisons au préalable une *séparation de base* des DNP-amino-acides par la technique d'électrophorèse sur papier. Dans un tampon de phosphate M/30 de pH 7,0, sous un potentiel de 400 volts et après 22 à 24 heures, 4 zones sont nettement séparées : 3 zones anodiques, qui, dans l'ordre de mobilité décroissante, contiennent : 1° les acides DNP-aspartique et DNP-glutamique; 2° la plupart des acides DNP-amino-monocarboxyliques; 3° l'α, ε-*di*-DNP-lysine, la *di*-DNP-histidine et les dérivés de la tyrosine; 4° la zone cathodique est formée par l'ε-DNP-lysine et l'α-DNP-arginine. Après élution, chacune de ces zones est fractionnée par chromatographie de partage sur papier (en une ou en deux dimensions).

La résolution de certains cas particuliers est possible grâce à la mise en œuvre de techniques spéciales : par exemple, oxydation de la cystine en acide cystéique et séparation de l'acide DNP-cystéique d'avec les acides DNP-amino-dicarboxyliques par électrophorèse sur papier à pH 1,5; ou bien oxydation de la méthionine en sulfone ou sulfoxyde et séparation par chromatographie de partage, pour la distinguer de la valine; ou bien encore hydrolyse des DNP-amino-acides par l'eau de baryte saturée (Mills) et identification des amino-acides libérés par la technique habituelle.

La méthode offre enfin de grandes possibilités pour le fractionnement des mélanges complexes de polypeptides et d'amino-acides; la transformation en DNP-dérivés modifie en effet les mobilités et permet la séparation de composés dont les comportements en chromatographie directe étaient identiques. Par exemple, dans les hydrolysats pepsiques de protéines, nous avons pu observer la coexistence de leucine libre et de polypeptides riches en leucine (dans la proportion d'environ 3 molécules pour 4 radicaux d'amino-acides) et nous avons constaté que les R_F étaient rigoureusement les mêmes dans tous les systèmes de solvants; les DNP-dérivés correspondants se séparent au contraire très nettement : $R_F = 0,77$ pour la leucine, $R_F = 0,26$ pour les polypeptides (solvant n° 1).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formosanine, rhynchophylline et mitraphylline.*

Note (*) de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les premières microanalyses de la formosanine, alcaloïde découvert par nous dans l'*Ourouparia formosana* Matsumura et Hayata, laissaient le choix entre les formules $C_{21}H_{26}N_2O_4$ et $C_{21}H_{24}N_2O_4$ ([1]). Il en fut de

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) Raymond-Hamet, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1383.

même plus tard de celles du chlorhydrate de cet alcaloïde ([2]). Mais la base cristallisée obtenue en partant de ce chlorhydrate a fourni des valeurs micro-analytiques qui s'accordent mieux avec la formule en H_{24} qu'avec celle en H_{26} ([3]). La formosanine serait donc un isomère de l'hanadamine découverte par Kondo et Oshima ([4]) dans l'*Ourouparia Kawakamii* (Hayata) Raymond-Hamet.

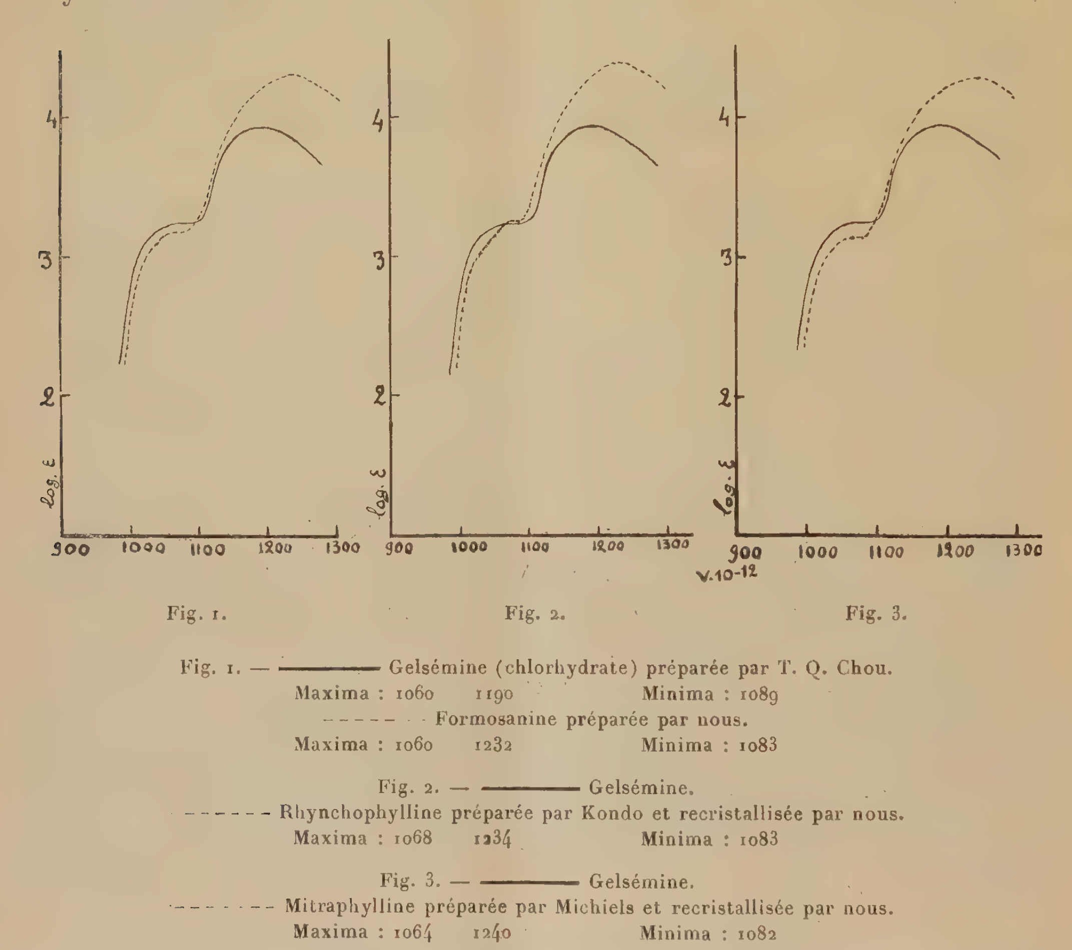


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. — ———— Gelsémine (chlorhydrate) préparée par T. Q. Chou.
Maxima : 1060 1190 Minima : 1089
- - - - - - Formosanine préparée par nous.
Maxima : 1060 1232 Minima : 1083

Fig. 2. — ———— Gelsémine.
- - - - - - Rhynchophylline préparée par Kondo et recristallisée par nous.
Maxima : 1068 1234 Minima : 1083

Fig. 3. — ———— Gelsémine.
- - - - - - Mitraphylline préparée par Michiels et recristallisée par nous.
Maxima : 1064 1240 Minima : 1082

Le spectre d'absorption dans l'ultraviolet de la formosanine s'est révélé

([2]) Trouvé : C 61,72, 61,95 (moyenne 61,835 %) — H 6,33, 6,29 (moyenne 6,31 %) — N 7,04; 7,04 % — Cl 8,94, 9,09 (moyenne 9,015 %).

Calculé pour $C_{21}H_{26}N_2O_4.HCl$: C 62,2; — H 6,64; — N 6,88; — Cl 8,73 %.

Calculé pour $C_{21}H_{24}N_2O_4.HCl$: C 62,30; — H 6,18; — N 6,92; — Cl 8,77 %.

([3]) Trouvé : C 68,41, 68,47, 68,51 (moyenne 68,463 %) — H 6,51, 6,56, 6,73, 6,78, 6,54 (moyenne 6,624 %) — N 7,53, 7,51, 7,82, 7,74 (moyenne 7,54 %).

Calculé pour $C_{21}H_{26}N_2O_4$: C 68,06; H 6,92; — N 7,56 %.

Calculé pour $C_{21}H_{24}N_2O_4$: C 68,44 — H 6,56 — N 7,60 %.

([4]) *Yakugakuzasshi*, **52**, 1932, p. 528.

si semblable à celui de la gelsémine qu'on peut admettre la présence du même chromophore dans ces deux alcaloïdes. Ajoutons, d'une part que la formosanine et la gelsémine se comportent semblablement à l'égard du réactif de Fröhde qui reste incolore quand on les y fait dissoudre, d'autre part qu'elles font l'une et l'autre apparaître, au sein du réactif de Mandelin, des colorations d'une évidente analogie. Avec la formosanine l'orangé initial passe successivement à l'orangé rabattu, au jaune orangé rabattu, au jaune rabattu, au jaune vert rabattu, au vert un peu rabattu, enfin à une nuance intermédiaire entre le vert rabattu et le bleu vert rabattu. Avec la gelsémine on obtient du rouge orangé, du rouge et de nouveau du rouge orangé, puis de l'orangé rabattu, du jaune orangé rabattu, du jaune rabattu, du jaune vert rabattu, du vert rabattu et finalement du jaune vert rabattu ([5]).

Ajoutons que les spectres d'absorption dans l'ultraviolet de la rhynchophylline ([6]) et de la mitraphylline sont pratiquement identiques à celui de la formosanine.

([5]) Toutes les colorations sont rapportées aux types du *Répertoire chromatique* de Lacouture.

([6]) L'identité de la mitrinermine et de la rhynchophylline, que nous tenions pour certaine dès 1936 (*Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 1383), s'est trouvée démontrée (RAYMOND-HAMET, *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, **128**, 1938, p. 777) quand nous nous fûmes assuré qu'elles fournissent les mêmes valeurs microanalytiques, possèdent à concentration égale le même pouvoir rotatoire dans le chloroforme, montrent dans des conditions expérimentales semblables un même point de fusion qui ne varie pas si on les mélange l'une à l'autre, se révèlent semblablement toxiques chez la Grenouille, enfin font apparaître les mêmes nuances quand on les soumet à l'action des réactifs colorants des alcaloïdes. C'est donc par une fâcheuse erreur, reproduite récemment par Millat (*Ann. pharmaceut. françaises*, **4**, 1946, p. 27), que Kondo Fukuda et Tomita (*Yakugakuzasshi*, **48**, 1928, p. 54) ont prétendu que la rhynchophylline colore l'acide sulfo-molybdique en bleu qui passe au vert, alors que l'échantillon de rhynchophylline que nous a envoyé Kondo lui-même laissait le réactif de Fröhde parfaitement incolore, tout comme la mitrinermine. Ajoutons que l'identité de la rhynchophylline et de la mitrinermine a été d'ailleurs confirmée par Barger, Dyer et Sargent (*Journ. of org. chem.*, **4**, 1939, p. 418).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mode de préparation de l'acide chloropyruvique.* Note (*) de MM. **Henry Gault**, **Jean Suprin** et **Roger Ritter**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans deux Notes antérieures ([1]) nous avons décrit la préparation des esters hexyl- et phényl-halogénocétoparaconiques par action directe des halogènes sur les esters cétoparaconiques correspondants (I).

Les esters hexyl- et phényl-chlorocétoparaconiques (II) s'hydrolysent avec une extrême facilité sous l'action des agents alcalins les plus faibles en conduisant, entre autres, aux acides hexyl- et phényl-chloracryliques.

L'hydrolyse par les acides minéraux dilués n'est pas moins facile, mais au lieu qu'elle détermine la scission oxalique du cycle cétoparaconique, elle porte surtout sur le chaînon aldéhydique initial en donnant naissance, dans les deux cas, à l'acide chloropyruvique (III).

$$\begin{array}{l} OC\text{——}CH\text{—}COOC_2H_5 \\ OC\quad\ \ CH\text{—}C_6H_{13}(C_6H_5) \\ \quad\ \ O \end{array} \xrightarrow{+Cl_2} \begin{array}{l} \qquad\qquad\ \ Cl \\ OC\text{——}C\text{—}COOC_2H_5 \\ OC\quad\ \ CH\text{—}C_6H_{13}(C_6H_5) \\ \quad\ \ O \end{array}$$

$$\xrightarrow{+H_2O} \begin{array}{l} OC\text{——}CH_2Cl \\ OC\text{—}OH \end{array} \quad \begin{array}{l} HO \\ HO \end{array}\!\!> C_6H_{13}(C_6H_5) + CO_2 + C_2H_5OH$$

Mode opératoire. — On porte et maintient à l'ébullition jusqu'à cessation du dégagement de gaz carbonique, un mélange hétérogène de l'ester hexyl- ou phényl-chlorocétoparaconique avec de l'acide chlorhydrique à 50 %. Après refroidissement, le liquide se sépare en deux couches. La couche supérieure est une solution aqueuse chlorhydrique d'acide chloropyruvique, la couche inférieure, dense et huileuse, étant une solution d'œnanthol dans l'ester hexyl-chlorocétoparaconique non entré en réaction ou, respectivement, de benzaldéhyde dans la phényl-chlorocétobutyrolactone, formée par une réaction d'hydrolyse concomitante. Par évaporation de la couche aqueuse au bain-marie sous pression réduite, on recueille l'acide chloropyruvique à l'état solide (F 57-58°).

Le rendement de transformation est, avec l'ester hexyl-chlorocétoparaconique et avec l'ester phényl-chlorocétoparaconique, de 40 %.

L'œnanthol et, respectivement, le benzaldéhyde peuvent être extraits de leurs solutions par des techniques appropriées.

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) H. Gault et J. Suprin, *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 86; H. Gault et R. Ritter, *Ibid.*, **226**, 1948, p. 816.

GÉOLOGIE. — *Subsidence et transgressions dans la Vanoise (zone du Briançonnais au Nord de l'Arc)*. Note (*) de M. **François Ellenberger**, présentée par M. Maurice Gignoux.

L'histoire paléogéographique de la zone du Briançonnais, établie pour la première fois au Nord de l'Arc. Ses épisodes cruciaux : subsidence et intrusions basiques permo-houillères; inversion de subsidence à la fin du Trias; fosse liasique *pré-piémontaise*; mouvements anté-Dogger et signification du Dogger à *Mytilus*; transgressions du Malm et du Crétacé supérieur : absence d'un vrai Flysch transgressif.

On sait que M. Gignoux, se fondant sur ses propres observations et sur celles de W. Kilian, L. Moret et E. Raguin, a montré depuis longtemps ([1]) l'insuffisance de la stratigraphie de P. Termier dans la Vanoise et la Haute Tarentaise, attribuant au Trias toute la couverture mésozoïque des massifs permo-houillers. J'ai enfin pu depuis 1946 élucider en détail, avec fossiles à l'appui, la stratigraphie de la zone briançonnaise entre l'Arc et le parallèle Tignes-Nancroit ([2]), dans le sens général prévu par M. Gignoux.

On peut distinguer deux zones longitudinales de faciès :

la *Vanoise externe* montre une stratigraphie homologue de celle du Briançonnais classique (et, surtout dans le secteur médian du Pralognan, de celle des Médianes rigides de Suisse);

la *Vanoise interne* serait homologue de la bordure orientale du Briançonnais (zone Vanoise-Chaberton de M. Gignoux).

1° *Subsidence houillère, transgressions permiennes*. — Le *Houiller* extrêmement épais s'enrichit vers l'Est de masses intrusives basiques puissantes et répétées (anciens gabbros) et de lentilles de quartzites grossiers. Au-dessus et en concordance apparente probablement trompeuse, l'on reconnaît un *Permien inférieur*, ancien Verrucano, lui-même très puissant, avec intrusions acides ou basiques locales. Enfin j'appellerai *Permien supérieur* une série typique de quartzites sériciteux grossiers et de séricitoschistes argentés ou verdâtres. Elle est toujours liée à la base du Trias et semble discordante et transgressive sur tous les termes précédents ([3]).

2° *Subsidence triasique, régression norienne*. — La même subsidence se poursuit au Trias (plus de 1 000^{m} de couches lagunaires ou néritiques), mais cesse vers la fin du Carnien. Le Norien semble faire défaut : la zone briançonnaise, qui était depuis le Houiller un fossé quasi géosynclinal, va devenir au

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) *Voir* principalement M. Gignoux, *Trav. Lab. géol. Grenoble*, 1929, p. 98-142.

([2]) *Voir* F. Ellenberger, *Comptes rendus Somm. S. G. F.*, 1947, 1948 et 1949; *Comptes rendus des collaborateurs Serv. Carte géol. Fr.*, campagne 1948 (sous presse).

([3]) *Voir* M. Gignoux et L. Moret, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 853-856.

contraire une aire géanticlinale, plus ou moins accidentée [c'est à peu près la *Relief Umkehrung* de Jenny ([1])].

3° *Transgression rhétienne, fosse pré-piémontaise.* — La *transgression rhétienne* correspond au retour de la mer, avec reliefs naissants (brèches), mais d'abord sans subsidence notable : le Lias inférieur, surtout conservé dans la Vanoise interne, est une croûte néritique peu épaisse, coupée de lacunes et de bancs à Polypiers ou à coquilles triturées. Puis subitement au Lias moyen le régime change : la Vanoise externe paraît émerger; une fosse profonde se creuse sur la Vanoise interne (*fosse pré-piémontaise*), où se dépose une puissante série d'allure bathyale : calcaires à zones siliceuses, calcschistes siliceux à Bélemnites, parfois microbrèches. Cette série (Lias supérieur?) paraît transgressive de l'Est vers l'Ouest.

4° *Transgression du Dogger à Mytilus.* — Au début du Dogger, toute la région émerge avec ondulations du sol créant des reliefs, bientôt aplanis par pénéplanation continentale. *La mer reviendra de l'Ouest* : c'est la transgression du Dogger à *Mytilus*, discordant sur le Trias (ou parfois le Lias inférieur) dans la Vanoise externe. Ces faciès lagunaires, en bordure orientale de la mer dauphinoise et sub-briançonnaise, ne s'expliquent que par une terre émergée plus à l'Est (apport d'eau douce pluviale, de débris végétaux, etc.). A leur base, un niveau de schistes charbonneux, peu épais à l'Ouest, s'enrichit vers l'Est de lentilles quartziteuses; ces quartzites charbonneux, parfois conglomératiques, deviennent puissants aux abords de la Vanoise interne et reposent localement en discordance angulaire sur le Lias supérieur. Plus à l'Est encore, ils manquent brusquement, probablement détruits par la transgression du Malm. Ainsi, conformément aux idées de Jenny, il semble que des mouvements orogéniques embryonnaires aient fait émerger au Dogger une partie du domaine pennique interne, terres piémontaises émergées fournissant les apports détritiques siliceux précités.

5° *Transgression du Malm.* — Le Malm (calcaires gris à lentilles zoogènes locales) repose dans la Vanoise externe, tantôt en concordance et continuité apparente sur le Dogger à *Mytilus*, tantôt en discordance notable sur le Trias (avec souvent un joint d'anciennes argiles latéritiques à sa base). Dans la Vanoise interne, il repose souvent en discordance sur le Lias supérieur. Le faciès Guillestre et les brèches de base manquent, sauf dans la région de Tignes, où le Malm est très peu épais.

6° *Transgression néocrétacée.* — Le Crétacé inférieur manque partout ou se confond avec le Malm. Le Crétacé supérieur à Rosalines est transgressif sur le Malm, transgression pélagique avec hard-ground ferrugineux ou phosphaté basal fréquent, mais pas de brèches. Au sommet il passe de façon continue et

---

([1]) *Die alpine Faltung*, Berlin, 1924, p. 107-126.

concordante à une sorte de Flysch noir peu épais (*Schistes de Pralognan* = Crétacé terminal ou Éocène inférieur ?).

Conclusion. — Depuis la transgression du Malm, la subsidence restant médiocre et calme, les faciès sont désormais quasi identiques en Vanoise externe et en Vanoise interne. La *fosse pré-piémontaise*, d'histoire brève, n'aura été qu'un épisode de subsidence énergique localisée, prémonitrice des mouvements du début du Dogger, ceux-ci moment capital de l'embryotectonique pennique; l'autre événement crucial a été l'arrêt, puis le renversement de subsidence à la fin du Trias.

LITHOLOGIE. — *Étude polarimétrique de la lumière renvoyée par quelques sables et limons.* Note (*) de MM. **Audouin Dollfus** et **André Cailleux**, transmise par M. Albert Michel-Lévy.

La courbe de polarisation des sables dépend principalement de l'opacité et de l'état de surface, et aussi de la dimension. Elle permet de distinguer les différents types de grains et laisse présumer l'absence de sables et limons quartzeux à la surface de la Lune, Mars et Mercure.

Cherchant à préciser numériquement les propriétés des grains de sables telles que leur état de surface [1], nous avons appliqué la méthode d'analyse polarimétrique de B. Lyot [2]. L'échantillon est caractérisé par sa *courbe de polarisation* (*fig.* 1, 2 et 3), obtenue en l'éclairant et mesurant la proportion $^0/_{00}$ de lumière polarisée P dans diverses directions, la normale à la surface restant bissectrice de l'angle V des directions d'éclairement et d'observation.

Lorsque la lumière incidente naturelle I rencontre un grain, une partie I_s est renvoyée par la surface et acquiert par réflexion ou diffusion une polarisation P_s généralement forte dans certaines directions et qui varie beaucoup avec l'état de la surface. Le reste I_i pénètre à l'intérieur du grain, est soumis à réfraction, réflexion, absorption, et ressort affaibli, avec intensité τI_i et polarisation P_i généralement très faible (la biréfringence de la matière la réduit encore, en moyenne, de moitié). La proportion P de lumière polarisée observée résulte de la composition de ces deux effets : $P = (I_s/I_i \cdot P_s + \tau P_i)/(I_s/I_i + \tau)$. τ varie fortement avec l'absorption et la dimension des grains, faiblement avec leur structure et juxtaposition. I_s/I_i dépend principalement de l'indice de réfraction, légèrement de l'état de la surface.

Sur des sables quartzeux rendus bien transparents par dissolution à HCl de leur enduit ferrugineux, $\tau = 1$, P varie peu avec la nature des grains, les courbes de polarisation d'échantillons très divers restent généralement sem-

(*) Séance du 27 mars 1950.

(1) A. Cailleux, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, nouv. série, n° 46, Paris, 1942.

(2) *Thèse*, Paris, 1929, *Ann. Observ. de Meudon*, 8, I, *cf.* p. 42, 55 et 100.

blables (*fig.* 1). Sur matière opaque au contraire (sable volcanique non usé) $\tau = 0$, P_s subsiste seul et provient surtout de la réflexion, la polarisation maximum est très élevée (*fig.* 2, SV); la courbe débute par une polarisation négative principalement due aux diffusions multiples rapprochées d'un grain sur l'autre (elle devient faible, en effet, lorsque les grains sont observés en chute libre dans l'air). Les sables quartzeux naturels plus ou moins teintés par

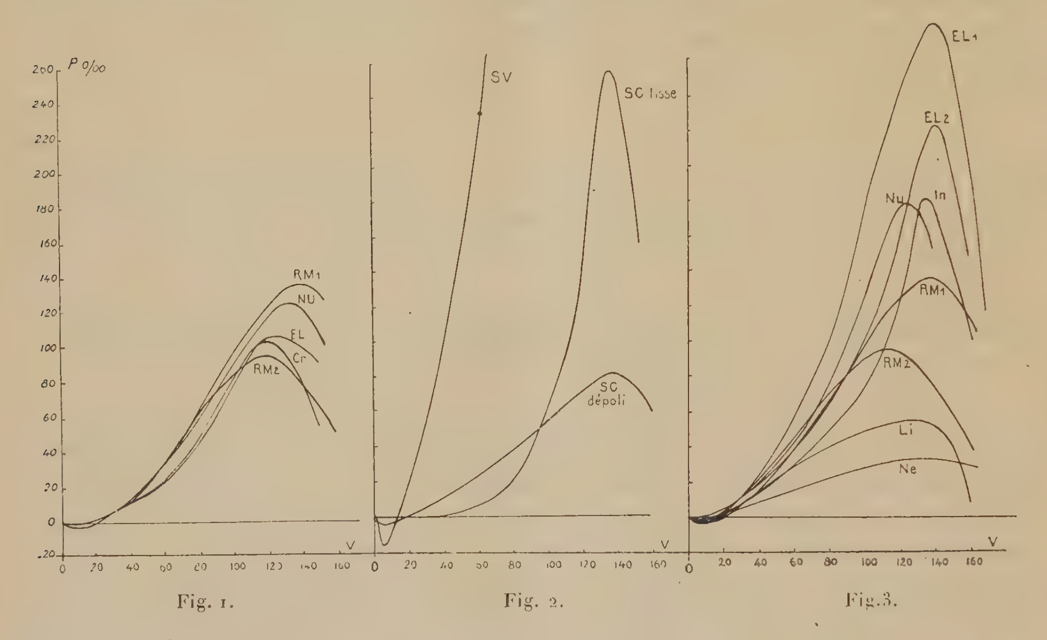


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1, 2 et 3. — Cr, Frederikshaab, Groenland, cryoconite; EL, Diest, Diestien marin; EL 1, Croix-de-Vie, marin, act.; EL 2, Bruxelles, Bruxellien marin; In, Le Pyla, marin repris dans dune act.; Li, Pessines, Quat; Ne, Saint-Maur, Lutétien; NU, Lyon, fluv., Quat; RM 1, Hoerdt, fluv., Quat; RM 2, El Kheneg, dune act.; SC, 50 km W d'Alexandrie, act.; SV, Kirkjubaejarklaustur, Islande, fluv. act.

l'oxyde de fer sont partiellement absorbants au voisinage de la surface; lorsqu'ils sont débarrassés, par lavage, de leurs poussières, leurs courbes de polarisation, intermédiaires entre les deux cas précédents, dépendent de l'aspect de la surface (*fig.* 3) : le maximum est élevé pour les émoussés-luisants EL (240 ‰), moyen pour les non usés NU (180 ‰) et faible pour les ronds-mats RM (120 ‰). Il est très faible (35 ‰) sur des cristaux fortement diffusants (*fig.* 3, Ne). Lorsque la matière est partiellement absorbante ou diffusante, dans la masse, la polarisation dépend beaucoup de τ; sur l'opale grossièrement concassée, elle est d'autant plus grande que la substance est plus diffusante, mais reste inférieure à 42 ‰ lorsque l'opale est finement pulvérisée. Sur des sables calcaires oolithiques ([3]), la polarisation maximum (*fig.* 2, SC)

([3]) R. D. Crommelin et A. Cailleux, *Comptes rendus Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1939, p. 75-76.

passe de 260 °/₀₀ à 80 °/₀₀ suivant que les grains sont à l'état naturel, émoussés-luisants, ou bien au contraire dépolis après légère dissolution dans HCl. Sur grains très fins (limons quartzeux), elle reste très faible (48 °/₀₀), probablement par suite des diffusions simples et multiples (*fig.* 3, Li).

Au total, et sous réserve que les grains soient suffisamment et également absorbants, la valeur du maximum de la courbe de polarisation permet de chiffrer les aspects émoussé-luisant, non-usé et rond-mat (*fig.* 3), jusqu'ici connus qualitativement. De plus, la différence très nette entre toutes les courbes obtenues ici avec celles de la surface de la Lune ([2]), de Mercure ([4]) et des régions claires et sombres de Mars ([2]), ([5]), permet d'affirmer l'absence du quartz et du calcaire en formation meuble abondante dans les premières couches de la surface de ces astres. Rappelons que M. Lyot a montré que ce sont les cendres volcaniques, de nature silicatée, qui s'accordent le mieux, jusqu'ici, avec les polarisations observées.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur la courbe hypsographique.* Note (*) de M. **Jean Lagrula**, présentée par M. Pierre Lejay.

Outre ses deux maxima de fréquence dont l'un, au voisinage de la cote zéro, est imposé par l'action de l'érosion et de la sédimentation, la courbe hypsographique présente une particularité remarquable : elle est telle que le niveau eustatique des Océans soit quasi indépendant du volume des glaces continentales.

1. La courbe hypsographique (H) ne correspond pas à une répartition de Gauss. Elle présente deux maxima, l'un pour les grandes profondeurs, l'autre vers la cote zéro. Un globe constitué par des couches régulières dont la densité croîtrait avec la profondeur, aurait une courbe (H) réduite à un point (océan mondial de profondeur constante). La différenciation altitudinaire, c'est-à-dire l'existence des continents, exige une source d'énergie : on a invoqué des phénomènes thermiques internes (courants de convection) ou externes ([1]).

Quel que soit le *moteur* M responsable de l'ascension des masses continentales, dès qu'une zone émerge de l'océan, le système érosion-sédimentation provoque une concentration au voisinage de la cote zéro; donc, même si M produit une répartition de Gauss, celle-ci est modifiée par la formation d'un maximum secondaire. Cette remarque a été présentée indépendamment par M. Jean Goguel ([2]) et par nous ([3]).

([4]) B. Lyot, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 425 et *Thèse*, p. 42.

([5]) Audouin Dollfus, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 331.

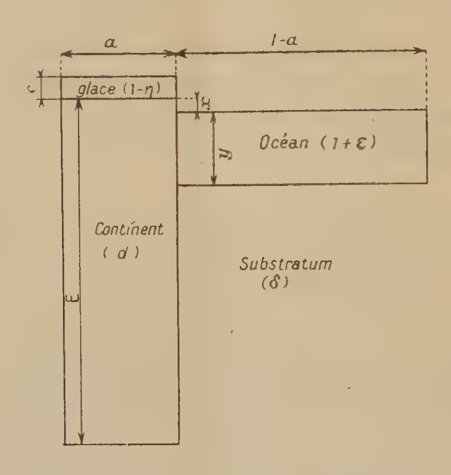
(*) Séance du 20 mars 1950.

([1]) Lagrula, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1817.

([2]) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 219.

([3]) *L'isostasie et les lignes de rivage*, Communication au C. O. E. C. de Casablanca (Mai 1949) à l'impression (Service Hydrographique de la Marine).

2. La courbe (H) possède une autre particularité; l'origine des transgressions marines est, pour les partisans de l'eustatisme, la fusion des glaces continentales. Or un tel phénomène a pour conséquences non seulement une augmentation du volume océanique, mais encore des mouvements verticaux (réajustements isostatiques). Une transgression momentanée d'amplitude verticale uniforme ne se produirait que dans le cas limite d'une fusion instantanée. Une fusion progressive accompagnée de réajustements provoque des transgressions variées et même des régressions locales [3] pour les compartiments continentaux les plus affectés par la fusion.



C'est le résultat statistique de cette dernière qui est remarquable : une fois les réajustements terminés, le niveau eustatique des océans est sensiblement le niveau initial. Procédons en effet à une représentation schématique de (H), en ne considérant que deux moyennes altitudinaires, celles des continents x, celle des fonds océaniques $-y$. Ce faisant on ne s'écarte presque pas de la répartition réelle. Comme nous avons en vue un résultat statistique, nous pouvons remplacer la glaciation réelle par une glaciation fictive, d'épaisseur uniforme e pour la surface totale a des continents (celle du globe est prise comme unité). La densité de la glace étant $1-\eta$, celle des océans $1+\varepsilon$, celle des masses continentales d, celle du substratum δ, nous avons l'équation d'équilibre suivante, où E désigne l'épaisseur continentale, et où les océans sont censés reposer directement sur le substratum, ce que semblent indiquer, en première approximation, les données de la géologie et de la séismologie :

$$\mathrm{E}d + e(1-\eta) = y(1+\varepsilon) + (\mathrm{E} - x - y)\delta.$$

En différentiant cette relation, et en écrivant que la fusion ne modifie pas la masse de H_2O, on a :

$$\Delta e(1-\eta) = \Delta y(1+\varepsilon) - (\Delta x + \Delta y)\delta$$
$$\Delta e a(1-\eta) + \Delta y(1-a)(1+\varepsilon) = 0.$$

Éliminons Δy; il vient :

$$\Delta x = \frac{(1-\eta)(a\delta - 1 - \varepsilon)}{(1+\varepsilon)(1-a)} \Delta e;$$

Δx est nul si

$$a = \frac{1+\varepsilon}{y}.$$

Or $\varepsilon = 0{,}03$ et on admet généralement pour δ la valeur 3,27. D'où $a = 0{,}315$. Quelle est la valeur réelle de a? Les données suivantes [1] :

Altitude (km).	Pourcentage.
> 3	1,2
de 2 à 3	2,0
1 à 2	4,7
0 à 1	21,3
−1 à 0	8,5

permettent de construire la courbe donnant le pourcentage surfacique des altitudes supérieures à une valeur déterminée. Si cette dernière est égale à $-0^{km},2$, on trouve $a = 0{,}315$. Un tel choix revient à adjoindre aux continents leurs marges jusqu'à l'isobathe 200^{m}.

La notion de plateau continental et les évaluations bathymétriques d'une part, la valeur de δ d'autre part ne sont pas assez précises pour assurer la troisième décimale sur a (ni même sans doute la deuxième). A l'incertitude près des données actuelles, la courbe (H) est telle que le niveau eustatique des océans est indépendant du volume des glaces continentales. Le volume des glaces flottantes est lui aussi évidemment sans influence.

Il paraît difficile, pour le moment, de savoir si cette remarquable propriété est fortuite ou imposée au fonctionnement du *moteur* M.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelles observations sur les tourbillons de sable d'axes verticaux*. Note de M. **Jean Lacaze**, présentée par M. Charles Maurain.

En terrain plat de couleur uniforme, une traînée sableuse peut devenir un tourbillon d'axe vertical, au passage d'une dénivellation. Plusieurs traînées simultanées sont associées en quinconces. Les contrastes de couleur du sol, le relief, la direction et la force du vent, déterminent la genèse, la puissance et le cheminement des tourbillons en une région donnée.

Les constatations suivantes, doublées par des films en noir et en couleur, ont été faites, à Tamanrasset (depuis 1941), au Djebel Aïssa (juillet 1944), à Ouargla (septembre-octobre 1948), à Fez (juin 1949), à El Goléa (février-mars 1950), et le long de la piste Tamanrasset-Alger (mars 1950) :

---

(1) A. Wegener, *La genèse des continents et des océans*. Traduction Lerner, 1937.

1° Dans la région centrale d'un terrain plat, de couleur uniforme, les traînées de sable provoquées par le vent ont un mouvement de translation rectiligne accompagné d'oscillations transversales; celles-ci semblent imputables à la viscosité de l'air; leur amplitude est fonction de la vitesse du vent, de la grandeur et de l'espacement des petites aspérités du sol (cailloux) souvent très régulièrement placées au Sahara. Lorsque dans un même lieu d'observation, il y a plusieurs traînées simultanées, elles sont disposées en quinconces; il est à remarquer que la disposition en quinconces est très fréquente, sinon générale, pour les champs de petites dunes en voie de formation.

2° Un terrain n'est jamais géométriquement plat, même au Sahara, où les pentes sont pourtant très faibles (Malory). Les dénivellations, même très douces, peuvent provoquer l'incurvation des traînées sableuses, qui restent cependant parallèles de sorte que l'on semble avoir affaire à des ondes circulaires, mais il est souvent impossible de déterminer le changement de pente responsable et de le mettre en évidence photographiquement.

3° Les tourbillons qui ont ainsi pris naissance sont petits et très aplatis et demeurent associés à des traînées qui peuvent ne pas présenter de rotation. Leur sens est indifférent (Guieu). S'il s'en produit simultanément plusieurs, ils sont disposés en quinconces. Ils peuvent se dilater ou se rétrécir (dans ce dernier cas, ils s'élèvent alors un peu). Le rétrécissement provoque la contraction vers le centre des ondes circulaires, d'où l'effet de *coups de balai* successifs déjà décrit ([1]).

4° Un terrain plat, de très grandes dimentions (Tadmaït), peut contenir des lits d'oued, dont la couleur est en contraste violent (parfois presque blanc contre noir) avec celle de l'ensemble de la région. Il peut, si la direction et la force du vent sont favorables, s'y former des tourbillons à grand développement vertical ([1]). Il peut s'en former également à la limite d'un reg et d'un erg, ou en bordure d'éboulis. Ces tourbillons, entraînés par le vent dominant (constatation déjà faite par d'autres auteurs), peuvent être aperçus de très loin (difficultés de l'appréciation des distances et des hauteurs au Sahara) sans que leurs observateurs (Lhote, Blanc-Guernon) aient pu déterminer leur lieu de formation. Plusieurs de ces toubillons peuvent être simultanés; je n'ai pu savoir s'ils étaient disposés en quinconces (absence de belvédères), mais ils ont des cheminements parallèles.

De même, et toujours en terrain plat très étendu, il peut exister des îlots (plaques de boue séchée par exemple) ayant un albedo très différent de celui du terrain avoisinant, d'où la possibilité de naissance de tourbillons de poussière; par vent général très faible, ces tourbillons peuvent tourner autour de l'îlot (vu par Péré à Amguid; observé personnellement à Rocher de Sel).

([1]) *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 425 et 1534.

5° En terrain accidenté de couleur uniforme (région d'In-Amguel, Mzah), les tourbillons sont du type discoïdal aplati ou à faible développement vertical, et de diamètre plutôt réduit; leur cheminement est souvent difficile à suivre; on peut seulement affirmer qu'ils sont encore guidés par le vent dominant; ils peuvent franchir des cols.

6° Les terrains accidentés à forts contrastes de couleurs (Hoggar, Aïr) sont ceux où l'on voit les plus beaux tourbillons (Kilian, Cousin). Le choix d'un belvédère permanent peut toutefois y être difficile, car les trois facteurs importants : relief, vent (direction et force), différences d'albedo, s'allient de façons très variées, et l'on a très rarement l'occasion de voir des familles de tourbillons se produisant à point nommé de façon continue (Pierrot, Leprêtre). Il en résulte que l'on ne peut effectuer que par hasard des mesures (température, pression, etc.) sur les tourbillons; on peut se tromper de plusieurs kilomètres sur leur lieu de formation et celui-ci est à la fois changeant et d'accès souvent impossible pour une voiture automobile; dans une région comme celle de Tamanrasset, des mesures aériennes (avion, planeur) seraient en outre fort dangereuses; d'ailleurs, il est à craindre, en dehors de l'inertie des appareils et des dépenses prohibitives qu'elles nécessiteraient, que de telles mesures n'apportent aucun renseignement réellement nouveau par rapport à la pure observation; il semble bien préférable, à tous points de vue, de reprendre la question en soufflerie de façon à compléter les expériences de Weyher. J'ai observé également, à Tamanrasset, la formation simultanée ou à courts intervalles de temps, de deux ou trois tourbillons importants, à cheminements parallèles, le plus souvent décalés.

Une théorie d'ensemble de ces phénomènes sera incessamment publiée.

En mars 1950, j'ai observé plusieurs tourbillons doubles [1], à tourbillon visible extérieur peu développé, de sorte que la parenté avec les trombes marines était frappante (le tourbillon intérieur visible est ici ascendant). Les films pris à Ouargla sur des ballons tarés confirment l'existence de tourbillons invisibles descendants, à l'intérieur des tourbillons visibles, le raccordement se faisant au niveau du sol.

Le vent en altitude n'intervient pas; par contre, l'ennuagement et les bancs de brume sèche ont une grosse influence sur l'importance et la répartition de l'échauffement du sol.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence de deux zones de végétation dans le Bassin Houiller de Ronchamp (Haute-Saône).* Note (*) de M. **Gilbert Mathieu**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Étudiant depuis quelques années les problèmes géologiques posés par le gisement des mines de Ronchamp ([1]), j'ai toujours cherché à différencier la flore de l'assise inférieure de Mourière de celle de l'assise supérieure de Ronchamp. Stratigraphiquement ces deux formations sont nettement séparées par les *grès et poudingues talqueux.* Au point de vue paléobotanique on n'a aucun renseignement sur la flore des anciens puits de Mourière fermés depuis près d'un siècle et les carottes du Sondage de Froideterre (en grande partie perdues) n'ont pas permis d'établir directement et d'une façon formelle si l'Assise de Mourière représentait bien le Stéphanien inférieur (flore classique dite de Rive-de-Gier dans le Bassin de Saint-Étienne).

Chargé d'une mission des Charbonnages de France à Ronchamp en 1949, j'ai pu faire quelques progrès paléontologiques sur les affleurements de Mourière. La coupe naturelle de la berge du ruisseau de Mourière donne au toit d'une petite couche une flore restreinte : *Pecopteris polymorpha*, Brongn.; *Cordaites lingulatus*, Grand'Eury; *Annularia sphenophylloides* Zenker, ce qui confirme mes déterminations sur les débris du sondage de Froideterre ([2]). On a écrit ([3]) que l'assise de Mourière donnant des houilles très pyriteuses pouvait être du Culm ou du Stéphanien inférieur. Le doute n'est plus possible, il s'agit bien de Stéphanien. Les dépôts schisto-gréseux avec passée charbonneuse de Mourière sont surmontés par un beau conglomérat à galets de quartz et d'orthophyre rouge.

On peut établir, grâce aux études de Trautmann ([4]), que les anciens travaux du Puits de la Croix de la Fille creusé sur les flancs du Mont de Vanne ont porté à la fois sur les assises de Ronchamp et de Mourière. La houille était sortie sur les déblais du Culot où l'on exploitait par ailleurs une couche de houille reposant directement en discordance sur le Tournaisien (faciès Culm). Au Culot les débris végétaux abondent : *Pecopteris cyathea*, Sch.; *Pecopteris polymorpha*, Brongn.; *Odontopteris Reichi*, Gutbier; *Alethopteris Grandini*, Brongn.; *Pecopteris dentata*, Brongn.; *Pecopteris arborescens*, Schl. (T. A.); *Annularia sphenophylloides*, Zenker. Or, à Ronchamp même, dans le faisceau supérieur du Bassin, on trouve encore un peu de *Pecopteris arborescens* mélangé à *Pecopteris cyathea*. Ici, au Culot, *Pecopteris arborescens* est plus abondant sur

---

(*) Séance du 3 avril 1950.

([1]) *Comptes rendus*, **225**, 1947, p. 1016-1018 et **225**, 1947, p. 1339-1341.

([2]) *Compte rendu sommaire Soc. Géol. France*, p. 341-342, 15 décembre 1947.

([3]) Desrousseaux, *Statistique Industrie Minérale*, 1939.

([4]) *Études des Gîtes minéraux de la France*, Paris, 1885

un déblai qui résulte d'un mélange des deux assises. Cet excédent de *P. arborescens* ne peut être que fourni par l'assise de Mourière qui est ainsi datée indirectement comme faisceau de Rive-de-Gier.

Dans les exploitations actuelles de Ronchamp, d'amples récoltes faites en 1949, tant par mes élèves MM. Bense et Heurtebize que par moi-même, permettent de compléter les listes précédemment publiées. Outre une grande abondance de *Pecopteris dentata*, Brongn.; *Pecopteris polymorpha*, Brongn., on trouve encore *P. cyathea*, Schl.; *P. aff. integra*, Andrae; *P. unita*, Brongn. Parmi les Aléthopteridées, il y a, en plus de *Alethopteris Grandini*, Brongn.; *Callipteridium ovatum*, Brongn.; *Callipteridium gigas*, Gutbier; *Pecopteridium Costei*, Zeiller sp.; Parmi les Neuroptéridées nous signalerons *Neuropteris* cf. *Planchardi*, Renault et Zeiller; *Mixoneura neuropteroides*, Gœppert (rare), enfin *Odondopteris genuina*, Grand'Eury. Parmi les Coniférophytes, il existe des rameaux de *Walchia pinniformis*, Schl. et *Dicranophyllum gallicum*, Grand'Eury.

Notons au toit de la première couche un horizon de schiste bitumineux (ardoise des mineurs) très constant, lequel a fourni trois débris de poissons appartenant aux genres *Elaveria* et *Amblypterus*, dont *Amblypterus Euryi* Svg., au puits du Magny. Le toit de la couche intermédiaire contient des grès blancs avec grande fronde de *Pecopteris cyathea* Schl. (typique).

Dans la cuvette de l'Etançon, sur le bord nord du Bassin de Ronchamp, la flore est sensiblement la même que dans la cuvette de Ronchamp. Il y a toutefois plus de Cordaïtes à l'Etançon et des fougères plus macérées au puits Arthur de Buyer. C'est là plutôt une question de sédimentation et de massifs de végétation. La région des murs à radicelles, située en bordure du lac stéphanien dans la colline sous-vosgienne, semble avoir été entièrement enlevée par l'érosion quaternaire.

La présence de *Pecopteridium Costei*, *Callipteridium gigas* et *Odonpteris Genuina*, plantes courantes dans la partie supérieure des couches de Saint-Étienne (Blanzy), tend à nous montrer que l'Assise de Ronchamp n'est pas tellement intermédiaire entre la flore de Rive-de-Gier et celle de Saint-Étienne. Mais la particularité de Ronchamp consiste à montrer la persistance de l'espèce *P. arborescens* (d'ailleurs peu abondante) dans le Stéphanien moyen. La même constatation peut être faite à Champagnac, dans le grand sillon du Massif Central. Ce Stéphanien moyen de la Haute-Saône se termine par les argilolites rouges à *Cordaïtes lingulatus*, *P. cyathea*, *Odontopteris Reichi*.

Au total la flore fossile de Mourière a bien des affinités avec le niveau de Rive-de-Gier, tandis que celle de Ronchamp doit être remontée dans le Stéphanien moyen. Le poudingne talqueux de Ronchamp serait synchronique du poudingue mosaïque ([5]) du Bassin de Saint-Étiennc. L'assise de Ronchamp

---

([5]) P. Pruvost, *Ann. Soc Géol. Nord*, **67**, 1948, p. 279.

fortement transgressive vers l'Est repose directement sur le Devono-Dinantien dans les lambeaux houillers situés autour de Belfort (recherches de Bourg). Notons que le terrain talqueux admet des épanchements rhyolitiques ou des couches de cinérites (sondages de Lomont et de Saint-Germain, bowette Canada de Ronchamp).

ZOOLOGIE. — *Curieux cas d'hermaphrodisme chez une souche africaine de* Schistosoma mansoni (*Plathelminthe, Trématode*). Note (*) de Mlle **Alice Buttner**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

H. Vogel (1941, 1947) [1] a signalé, chez certains mâles de *Schistosoma mansoni* originaires de la Guinée française, la présence d'un ovaire typique, parfois d'un oviducte et d'un utérus rudimentaires. Cet hermaphrodisme a été observé également par R. M. Cordon (1934), R. B. Short (1948), E. Lagrange (1949) et nous-même. Il ne se manifeste que chez des hôtes particuliers, tels que le Hamster, le Cobaye, le Lapin. Il est exceptionnel chez la Souris.

Avec la souche de Vogel, nous avons infesté Souris, Mulots, Lérots, Cobayes, Lapins. Seuls les Cobayes ont présenté des Vers hermaphrodites, abondants dans le mésentère et souvent accouplés avec des femelles normalement développées. Les 104 mâles examinés après coloration possédaient tous un ovaire bien différencié, un oviducte plus ou moins amorcé. L'apparition des lobes ovariens correspondait en général à une diminution du nombre des testicules dont l'activité fonctionnelle n'était pas ralentie. Toutefois les œufs, dans les ootypes des femelles ou disséminés dans les organes, étaient stériles.

Dans des infestations à cercaires mâles provenant d'un seul miracidium, Vogel observe 50 % de mâles hermaphrodites chez le Cobaye, 100 % de mâles normaux, chez la Souris. Il en conclut que ces Vers, issus d'une même cellule ovulaire, ayant en conséquence le même génotype, évoluent en mâles purs ou hermaphrodites suivant le milieu physiologique de l'hôte qui les héberge : génétiquement, ils seraient mâles, secondairement hermaphrodites.

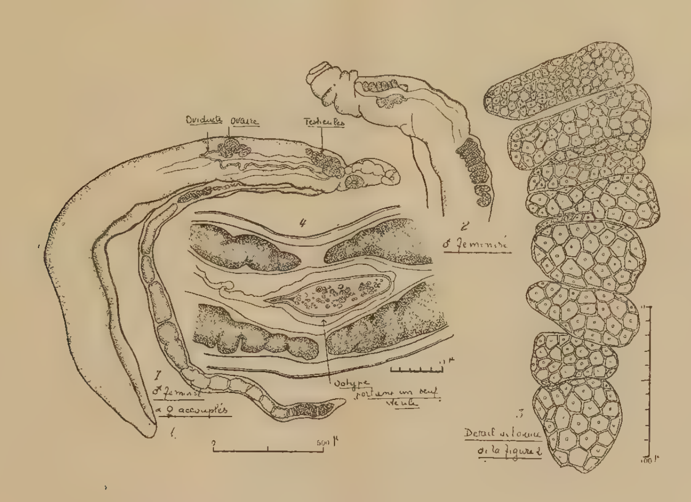
Selon que l'infestation est à 1 ou 2 sexes, Vogel note que le taux de féminisation passe de 43,4 à 4,3 % chez le Cobaye (hôte défavorable), et de 40,2 à 2 % chez le Hamster (hôte favorable) : En l'absence de femelles, la proportion d'hermaphrodites est donc décuplée chez le Cobaye, multipliée par 20 chez le Hamster. Cependant E. Lagrange (1949) signale 80 % d'hermaphrodites chez le Cobaye dans des infestations à deux sexes, et nous en trouvons 100 % chez le

---

(*) Séance du 27 mars 1950.

(1) *Ann. trop. Med. et Paras.*, 41, n° 2, 1947.

Cobaye mâle ou femelle, tandis que chez la Souris la féminisation reste nulle, la souche étant au contraire d'une grande efficacité. Il semble donc bien qu'il faille admettre une intervention qualitative de l'hôte sous la forme d'un facteur biologique, agissant dans des proportions variables pour modifier le développement sexuel du Ver. Ce facteur est-il hormonal ? Le sexe de l'hôte n'a pas eu, pour nous, de rôle prépondérant.



Les recherches entreprises pour retrouver les mêmes anomalies chez d'autres espèces ou souches de Schistosomes (*S. hæmatobium*, *S. japonicum*, souche américaine de *S. mansoni*) ont été jusqu'ici infructueuses; ce qui inclinerait à penser que cette labilité particulière du sexe est un caractère appartenant à la souche africaine, dont la manifestation serait subordonnée à certaines conditions physiologiques inhérentes à la nature de l'hôte. La labilité ne joue que dans le sens de la féminisation et semble n'intervenir que tardivement, le Ver possédant tous ses attributs sexuels mâles, primaires et secondaires, et seulement une ébauche de tractus génital femelle. La formation de l'ovaire surnuméraire coïncide presque toujours avec une réduction du nombre des testicules; elle apparaît tantôt comme un développement de cette glande *in situ*, tantôt comme une migration des cellules testiculaires : dans le premier cas, la bipotentialité sexuelle du mâle pourrait être interprétée comme la survivance d'un hermaphrodisme ancestral; dans le second, l'évolution en mâle suivie d'une flexion vers l'état femelle, par transformation progressive du tissu testiculaire en tissu ovarien, préjuge davantage en faveur d'un phénomène d'intersexualité mâle.

Le développement de l'ovaire exerce une action inhibitrice sur l'appareil sexuel mâle, le rendant inapte à féconder la femelle. Cette inhibition reste partielle : elle ne semble pas arrêter l'activité testiculaire. D'autre part, même sans fécondation, le séjour des femelles dans le canal gynécophore de ces mâles féminisés suffit à conditionner leur évolution normale, témoignant

de la présence de substances d'origine mâle [2]. Sous quelles influences et dans quelle mesure le renversement des potentialités sexuelles s'opère-t-il? Ce problème est du ressort de la Génétique physiologique. Le déterminisme du sexe dépend probablement ici du patrimoine héréditaire du parasite et du métabolisme de l'hôte : il résulterait, pour chaque hôte particulier, de l'interaction de ces deux facteurs.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence chez certains sujets d'une accommodation négative.* Note (*) de M. **Yves Le Grand**, transmise par M. Jean Becquerel.

Démonstration expérimentale, par skiascopie, de valeurs négatives de l'accommodation (jusqu'à trois dioptries), qui, comme les valeurs positives, proviennent du cristallin et sont réduites par atropinisation.

La dioptrique de l'œil humain, limitée à l'approximation de Gauss, repose sur les bases suivantes : le cristallin est le seul agent de l'accommodation, c'est-à-dire de la faculté que possède l'œil de projeter tour à tour sur la rétine l'image nette d'objets situés à des distances différentes; c'est le muscle ciliaire qui, par traction sur la zonule, modifie les courbures du cristallin et règle cette accommodation; quand le muscle ciliaire est au repos, les rayons de courbure ont leur valeur maximum et l'objet conjugué de la rétine constitue le *punctum remotum*; à mesure que le muscle ciliaire se contracte, le cristallin se bombe, la puissance de l'œil augmente, et le conjugué de la rétine se rapproche jusqu'au *proximum*, qui correspond à la valeur maximum de l'accommodation. L'œil est dit emmétrope quand son remotum est à l'infini, hypérope quand il doit accommoder même pour voir à l'infini, myope quand son remotum est à distance finie devant l'œil : dans ce cas, le sujet voit toujours flou à l'infini, le minimum du flou étant obtenu en l'absence d'accommodation.

Cette théorie classique repose sur une conception statique du remotum, qui serait caractérisé par un relâchement complet du muscle ciliaire. Nous avons déjà montré [1] que cette notion restait imprécise, et que le relâchement naturel peut différer (jusqu'à deux dioptries d'écart) du relâchement forcé que produit l'atropine, en paralysant le muscle ciliaire; la théorie classique interprète cette différence en admettant que le cyclopégique détruit le *tonus* naturel du muscle.

Certaines observations nous ont montré que cette notion statique de renotum

---

[2] D'après A. E. Severinzhaus (1928) et H. Vogel (1947), les infestations à cercaires femelles ne donnent que des femelles petites et immatures.

(*) Séance du 3 avril 1950.

[1] Y. Le Grand et J. Marandon, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1381.

doit être révisée d'une autre façon. Nous avons remarqué que de nombreux sujets, naturellement myopes ou rendus tels par addition d'un verre convergent, peuvent améliorer l'image floue des lointains non en clignant les yeux (comme le font d'ordinaire les myopes, pour diaphragmer la pupille), mais en gardant les yeux bien ouverts et en faisant un effort conscient qui diminue la puissance de leur œil et équivaut donc à une accommodation négative. Cet effort semble fatigant, produit assez vite une sensation de gêne et de picotement dans l'œil, et ne paraît pas pouvoir être prolongé au delà de quelques minutes, sauf entraînement spécial. Pendant cet état de tension volontaire, l'acuité s'améliore et une mesure objective de la réfraction révèle l'apparition d'une hypéropie passagère (ou d'une diminution de myopie).

Voici quelques résultats relatifs à de jeunes sujets emmétropes; l'œil gauche, rendu myope par un verre convergent de 3 ou 4 dioptries, regardait le tableau d'optotypes, soit naturellement (*a*), soit en faisant effort pour le voir le plus net possible (*b*), cependant que l'œil droit, dont le champ visuel restait obscur, était examiné par skiascopie; suivant l'usage, les valeurs entre parenthèses représentent l'astigmatisme, et celle qui suit la puissance sphérique de correction :

	(*a*).			(*b*).		
Sujet A.....	(100°	+ 0,50)	0	(180°	+ 0,25)	+ 2,50
Sujet B.....	(180°	— 0,25)	0	(180°	+ 0,50)	+ 2,25
Sujet C.....	(120°	+ 0,50)	0	(30°	+ 0,25)	+ 2,25

Les deux sujets suivants, étant myopes, n'avaient pas besoin de verre devant l'œil gauche :

	(*a*).			(*b*).		
Sujet D.....	(180°	— 0,50)	— 4,00	(180°	+ 0,25)	— 1,25
Sujet E.....	(180°	— 0,50)	— 5,50	(90°	— 0,25)	— 2,75

On voit que, dans tous les cas, l'effort qui améliore l'acuité s'accompagne d'une diminution de puissance de l'œil, comprise entre 2 et 3 dioptries, et d'un changement de l'astigmatisme. La cornée restant immuable, cette variation d'astigmatisme prouve que le phénomène a son origine dans le cristallin (et non, par exemple, dans une diminution de longueur du globe oculaire sous l'action des muscles extrinsèques).

Ces résultats ne nous paraissent susceptibles que de deux explications : ou bien il s'agit d'une accommodation négative, c'est-à-dire d'un aplatissement du cristallin à partir de la forme d'équilibre qui correspond au remotum, au lieu du bombement qui se produit lors des accommodations positives usuelles, et dans ce cas (*a*) représenterait le remotum et (*b*) un proximum négatif; ou bien l'effort de mise au point amène au véritable remotum (*b*), tandis que la réfraction ordinaire (*a*) correspondrait à un résidu d'accommodation (hypéropie latente ou tonus du muscle ciliaire); mais on peut éliminer cette seconde

hypothèse grâce aux résultats obtenus sous cyclopégique : ainsi une paralysie partielle par l'homatropine donne les résultats suivants :

	(a).		(b).	
Sujet E	(180° −0,25)	−5,25	(0)	−3,87

On retrouve sensiblement le même remotum, tandis que l'accommodation négative diminue : le sujet le sentait bien, avait beaucoup de mal à améliorer son acuité, et n'y parvenait que faiblement.

Nous laissons aux physiologistes le soin de rechercher l'origine de cette accommodation négative; est-ce l'action antagoniste des muscles de Rouget et de Brücke qui joue, suivant la vieille hypothèse de W. Henke (²)? En tout cas, ce mécanisme ne semble pas général; ainsi l'auteur n'a rien pu constater sur lui-même. Remarquons que les sujets A à D sont jeunes (24 à 26 ans) et non entraînés; au contraire le sujet E, plus âgé, est un adepte de la méthode Bates (³) qui, à notre avis, repose en grande partie sur des exercices destinés à développer l'accommodation négative, bien que la théorie proposée par Bates soit différente et suppose des variations (à notre sens peu vraisemblables) dans la longueur de l'œil.

ANTIBIOTIQUES. — *Sur une substance antibiotique extraite du mycélium de* Gibberella baccata (*Wallr.*) *Sacc.* Note de M. et Mme **Jean Guérillot-Vinet**, MM. **Lucien Guyot**, **Jacques Montégut** et **Louis Roux**, présentée par M. Roger Heim.

A partir de certaines espèces de *Fusarium* ont pu être extraites, à ce jour, plusieurs substances antibiotiques, dont l'action antibactérienne ou antifungique a été reconnue en divers cas : *avénacéine* ($C_{25}H_{44}O_7N_2$) chez *F. avenaceum*, *enniatine* ($C_{24}H_{42}O_6N_2$) chez *F. orthoceras*, *fructigenine* ($C_{26}H_{44}O_7N_2$) chez *F. fructigenum*, *javanicine* ($C_{15}H_{14}O_6$) et *oxyjavanicine* ($C_{15}H_{14}O_7$) chez *F. javanicum*, *latéritine* ($C_{26}H_{46}O_7N_2$) chez *F. lateritium*, *sambucine* ($C_{24}H_{42}O_7N_2$) chez *F. sambucinum;* par ailleurs, quelques autres espèces de *Fusarium* (*cœruleum*, *culmorum*, *dianthi* et *oxysporum*) ont été reconnues plus ou moins actives contre diverses bactéries pathogènes (*Mycobacterium phlei* et *Staphylococcus aureus*) (¹) et (²). Les espèces précitées de *Fusarium* s'inscrivent dans les sections *Discolor*, *Elegans*, *Lateritium*, *Martiella* et *Roseum* créées par

(²) Y. Le Grand, *Optique Physiologique* (*Rev. d'Opt.*, 1, 1946, p. 76).
(³) *Better Eyesight without Glasses*, 1943, 2e édition.

(¹) Plattner et coll., *Helv. Chim. Acta*, 31, 1948, p. 594, 665, 2192, 2203.
(²) A. H. Cook, S. F. Cox, Th. Farmer et M. S. Lacey, *Nature*, Londres, **160**, 1947, p. 31.

H. W. Wollenweber au sein du genre *Fusarium*; certaines d'entre elles acceptent une phase ascogène [*Gibberella baccata* (et ses var. *major* et *moricola*) pour *F. lateritium* (et ses var. *majus* et *mori*), *G. evonymi* = *G. juniperi* pour *F. fructigenum*, *G. pulicaris* pour *F. sambucinum*, *Hypomyces ipomææ* = *Nectria ipomææ* pour *F. javanicum*], représentée par des périthèces à plectenchyme charnu et pigmenté (*Hypocréales*), qui ne se manifestent que rarement dans la nature et exceptionnellement en culture, au surplus très irrégulièrement selon la provenance de la souche fusarienne utilisée ([3]).

L'action physiologique particulière dont témoignent certaines substances d'origine fungique nous a incités à rechercher, chez diverses souches fusariennes associées à leurs conceptacles ascogènes sur leurs supports naturels, la présence éventuelle de substances antibiotiques, susceptibles d'être extraites du mycélium cultivé sur milieu synthétique. A partir de sarments desséchés de *Clematis vitalba* croissant dans le Parc de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise) et portant, étroitement associés sur de mêmes stromas, les conceptacles ascogènes pleinement évolués de *Gibberella baccata* et des vestiges de coussinets sporifères de structure fusarienne, nous avons obtenu une culture mycélienne qui, sur milieu gélosé, exerce une action inhibitrice nette sur divers organismes fungiques saprophytes ou parasites; l'étude méthodique du champignon et de ses fructifications sur différents milieux de culture nous a permis de rattacher celui-ci à l'espèce *Fusarium lateritium*, détermination appuyée par l'obtention, sur certains de ces milieux, de périthèces immatures du type *Gibberella*.

La gélose provenant d'une culture de *Gibberella baccata* possède la même action inhibitrice que le mycélium. Il s'agit donc bien d'une substance excrétée par le champignon et diffusible dans le milieu.

Des extractions successives ont montré que l'inhibiteur est soluble dans l'éther, dans les alcools méthylique et éthylique et, en général, dans les solvants organiques, mais très peu dans l'eau.

Pour préparer des quantités assez importantes de l'antibiotique, nous avons cultivé le champignon en milieu liquide ([4]) dans des boîtes de Roux.

L'inhibiteur étant beaucoup plus abondant dans le mycélium que dans le milieu de culture, c'est à partir de celui-là que nous l'avons obtenu à l'état cristallisé. Le mycélium est extrait au Soxhlet à l'éther pendant 12 heures. L'éther est évaporé et l'huile jaune résiduelle est antibiotique. Par chromatographie sur alumine en solution éthérée suivie d'une élution au méthanol,

---

([3]) Selon H. W. Wollenweber, une douzaine seulement, parmi les 80 genres de végétaux pouvant servir de support à *Fusarium lateritium*, ont révélé la présence associée des périthèces de *Gibberella baccata*.

([4]) M. et Mme J. Guérillot-Vinet et A. Richer, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 942.

on obtient un produit plus pur, capable de cristalliser dans le méthanol étendu d'eau et refroidi.

Nous appelons cette substance *baccatine* A. Les cristaux incolores fondent vers 135°. Le poids moléculaire déterminé par la méthode de Rast est de l'ordre de 480, et sa formule brute probable est $C_{26}H_{48}O_6N_2$.

La baccatine A est particulièrement active sur *Leptosphæria acuta* et sur *Sclerotinia libertiana*, à un degré moindre sur *Leptosphæria culmifraga* et *culmorum*, *Ophiobolus herpotrichus* et *Wojnowicia graminis*. Elle inhibe également *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas medicaginis*, mais se montre inefficace à l'égard d'*Escherichia coli*.

La baccatine A est, à notre connaissance, la première substance antibiotique définie extraite de cultures mycéliennes issues de fructifications périthéciales appartenant au groupe des Hypocréales; son intérêt réside aussi dans son utilisation éventuelle pour la lutte anticryptogamique et antibactérienne.

RADIOBIOLOGIE. — *Modifications de la glycémie sous l'influence d'une irradiation totale par les rayons* X. Note (*) de Mmes **Marguerite Lourau** et **Odette Lartigue**, présentée par M. Antoine Lacassagne.

On observe deux sortes de modifications : une hyperglycémie après des jeûnes prolongés, et une forte diminution de la tolérance au glucose ingéré.

Dans une publication précédente (1) nous constations qu'un régime supplémenté en saccharose augmentait la mortalité de cobayes recevant une irradiation unique de tout le corps par des rayons X.

Nous avons pu montrer que les rayons X provoquent un trouble du métabolisme des glucides qui, lorsque les doses administrées ne sont pas léthales, est modéré mais durable, et qui est aggravé par l'ingestion de saccharose. Les observations que nous résumons ici sont relatives aux modifications de la glycémie. Nous avons observé deux sortes de modifications :

La première est de *l'hyperglycémie* après un jeûne de 15 heures (*fig*. 1). L'analyse statistique des résultats (tableau I) montre que l'augmentation de la glycémie après irradiation est significative aussi bien chez les animaux qui reçoivent un régime normal (groupe 1) que chez ceux qui ont reçu un supplément de saccharose (groupe 2). Dans les deux cas, on a $p < 0,01$. Le calcul montre également que la différence entre les deux groupes d'animaux est faible mais significative ($0,01 < p < 0,05$), ce qui prouve que l'aggravation du trouble de la glycémie due à l'ingestion de glucides est encore sensible après un jeûne de 15 heures. Des faits analogues ont été observés chez des cobayes jeûnant depuis 48 heures.

(*) Séance du 20 mars 1950.

(1) *Experientia*, 6, 1950, p. 25.

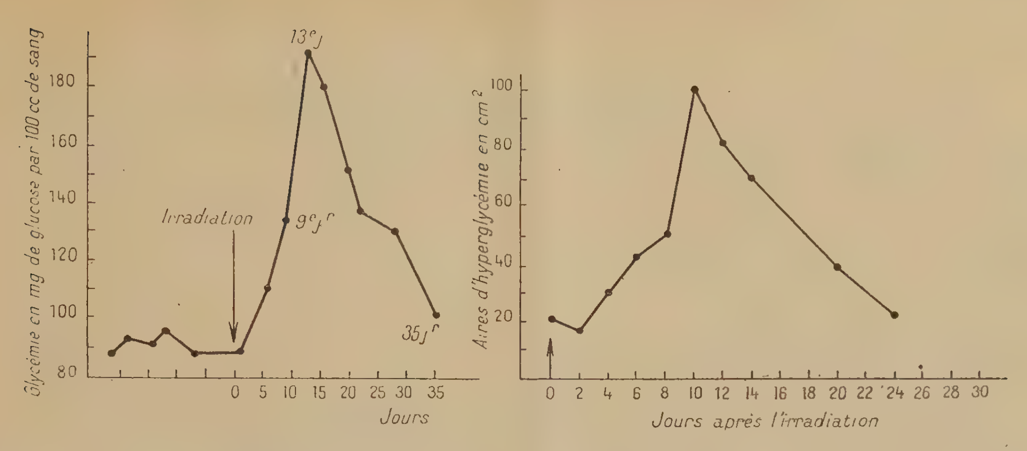


Fig. 1.

Fig. 2.

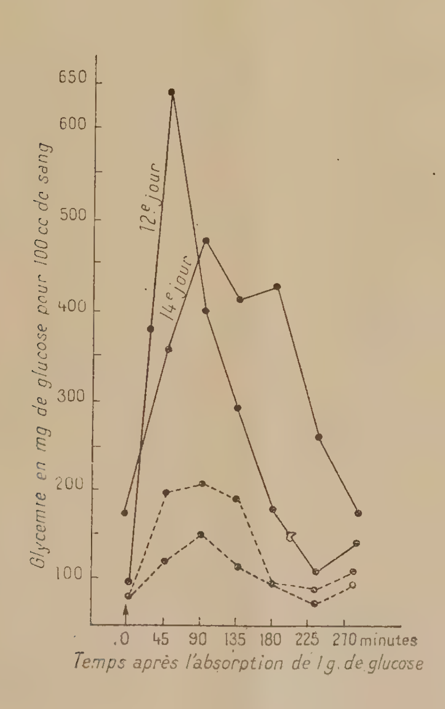


Fig. 3.

Fig. 1. — Évolution de la glycémie chez un cobaye recevant un régime supplémenté en saccharose, avant et après une irradiation totale par rayons X (500 r).

Fig. 2. — Évolution des aires d'hyperglycémie après une irradiation totale par rayons X (500 r). Chaque point représente la moyenne de séries de 2 à 6 animaux.

Fig. 3. — Courbes individuelles d'hyperglycémie après ingestion de 1g de glucose.
- - - - - - - Témoins.
———— Irradiés à 500 r depuis 12 et 14 jours.

Glycémie après 15 heures de jeûne chez des cobayes irradiés à 500 r.

		Glycémie (en mg %).						
Régime.	Nombre d'animaux.	Avant irradiation.	σ (*).	p (**).	Maxima après l'irradiation.	σ (*).	M — A.	σ (*).
Normal	13	102	± 2,9	< 0,01	146,8	± 4	44,5	± 5,6
p (**)	–	> 0,05	–	–	< 0,01	–	< 0,01	–
Saccharrose ...	13	108	± 2,6	< 0,01	171	± 5,2	63,1	± 5,3

(*) σ = erreur standard = $\sqrt{\frac{\Sigma D_2}{n(n-1)}}$;

(**) p = probabilité calculée d'après les tables de Fisher.

La deuxième modification est une très forte *diminution de la tolérance au glucose ingéré*. Les aires d'hyperglycémie provoquée par l'ingestion de 1^g de glucose augmentent considérablement à partir du 6e jour qui suit l'irradiation (*fig.* 2). Les courbes qui ont servi à calculer ces aires montrent que l'accroissement des aires vient moins de l'allongement de la durée de l'hyperglycémie que de l'augmentation de la dénivellation glycémie maxima-glycémie de départ (*fig.* 3). Ce sont des courbes très différentes de celles que l'on observe dans les diabètes par insuffisance insulinienne.

La gravité de ces deux troubles, de même que leur évolution, ne sont pas absolument parallèles.

La séance est levée à 15^h 40^m.

L. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mars 1950.

L'Univers dévoilé. Nouvelle synthèse astronomique, par Antoine Pontax. Athènes, chez l'Auteur, 1949; 1 vol. 22^{cm}.

Éléments de la théorie des probabilités, par Émile Borel. *Bibliothèque d'éducation par la science.* Paris, Albin Michel, 1950; 1 vol. 19^{cm},5.

Les prix Nobel en 1948. Stockholm, Imprimerie royale P. A. Norstedt et Söner, 1949; 1 vol. 25^{cm}.

La structure des choses, par Philippe Olmer, in *Science et pensée.* Paris, Hachette, 1949; 1 vol. 18^{cm}.

Neomycin, Recovery and Purification, by E. Augustus Swart, Dorris Hutchinson, and Selman A. Waksman. Extrait de *Archives of biochemistry.* Vol. XXIV, n° 1, 1949; New York, N. Y., Academic Press, inc; 1 fasc. 23^{cm}.

The Institute of microbiology Rutgers University. The State University of New Jersey. New Brunswick, N. J., 1950; 1 fasc. 21^{cm}.

The in vivo activity of neomycin, by Selman A. Waksman, Jack Frankel, Otto Græssle. Extrait de *Journal of bacteriology.* Vol. LVIII, n° 2, 1949; 1 fasc. 25^{cm},5.

Neomycin activity upon mycobacterium tuberculosis and other mycobacteria, by Selman A. Waksman, Dorris Hutchinson, Edward Katz. Extrait de *The American Review of tuberculosis.* Vol. LX, n° 1, 1949; 1 fasc. 25^{cm},5.

Neomycin, a new antibiotic active against Streptomycin-resistant bacteria, including tuberculosis organisms, by Selman A. Waksman, Hubert A. Lechevalier. Extrait de *Science.* Vol. CIX, n° 2830, 1949. New Jersey Agricultural Experiment Station, Rutgers University; 1 fasc. 26^{cm}.

Neomycin-production and Antibiotic properties, by Selman A. Waksman, Hubert A. Lechevalier, Dale A. Harris. Extrait de *The Journal of Clinical Investigation.* Vol. XXVIII, n° 5, 1949; 1 fasc. 26^{cm},5.

Societas scientiarum Islandica. *The Eruption of Hekla* 1947-1948, edited by Trausti Einarsson, G. Kjartansson, S. Þórarinsson; published jointly with *The Museum of natural History.* IV, 2 : *The Rate of production of material during the Eruption.* Compled by Trausti Einarsson. IV, 3 : *The Flowing Lava. Studies of its Main Physical and Chemical Properties*, by Trausti Einarsson. Reykjavik, H. F. Leiftur, 1949; 1 fasc. 26^{cm}.

Carte géologique internationale de l'Afrique, au 1/500 000 exécutée conformément aux vœux du Congrès géologique international (XIIIe session, Bruxelles, 1922) dressée et publiée par le Bureau d'études géologiques et minières coloniales. *Feuille* n° 9. 1 planche 100 × 79^{cm}.

Chimie générale. T. 1. *Atomistique. Problèmes fondamentaux de structure.* T. 2. *Cinétique. Thermodynamiques. Équilibres*, par Paul Pascal. Paris, Masson et Cie, 1950; 2 vol. 25^{cm},5.

Antibiotiques d'origine fongique bactérienne ou végétale (autres que la Pénicilline et la Streptomycine). *Bacitracine, Circuline, Subtiline, Lupulon, Polymyxine, Nocardine, Néomycine, Auréomycine et Chloromycétine*, par Constantin Levaditi, en collaboration

avec Aron Vaisman et Mlles J.-Henry Eveno et J. Veillet. Paris, Librairie J.-B. Baillière et fils, 1950; 1 vol. 25cm,5.

Institut de France. Académie des sciences. Observatoire d'Abbadia. *Septième catalogue comprenant* 1315 *étoiles dont* 709 *fondamentales de* + 85° *à* — 26° *observées en* 1933-1934, réduites à 1925,0. Hendaye, Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1950; 1 fasc. 32cm.

Robert Lespieau, 1864-1947, par Georges Dupont. Extrait du *Bulletin de la Société chimique de France*, 5e série. T. 16. Paris, Masson et Cie, 1949; 1 fasc. 27cm.

La carence phosphorique. Ses répercussions en biologie. Complément aux conclusions générales présentées aux « Journées du phosphore » (janvier 1949), par Albert Demolon. Paris, Presses Universitaires de France, 1949; 1 vol. 23cm (présenté par M. G. Bertrand).

Le phosphore et son rôle en biologie. Communications présentées aux « Journées du phosphore ». Paris, Presses Universitaires de France, 1949; 1 vol. 23cm (présenté par M. G. Bertrand).

Bulletin de la Société des professeurs français en Amérique. New York, 1950; 1 fasc. 21cm.

General geological map of China. *Hankow* N. H-50; *Nanking* N. I-50; *Tsingtao* N. J-51; *Taiynan* N. J-49; *Canton* N. F-49, prepared under the supervision of T. K. Huang. Scale 1/1.000.000. 5 planches 72cm,5 × 55cm,5.

Extraits de *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei.* Notes de Gustavo Colonnetti. Vol. XXVI, serie 5a, 1917 : *Su certi stati di coazione elastica che non dipendono da azioni esterne.* Vol. XXVII, serie 5a, 1918 : *Su di una particolare classe di coazioni elastiche che si incontra nello studio della resistenza delle artiglierie. Una proprieta caratteristica delle coazioni elastiche nei solidi elasticamente omogenei; — Sul problema delle coazioni elastiche.* Vol. VII et VIII, serie 6a, 1928 : *Nuovo contributo alla teoria delle coazioni elastiche ed alle sue applicazioni techniche.* Vol. X, série 6a, 1929-VIII : *Sulle alterazioni del regime elastico di un arco incastrato che si possono determinare con l'aggiunta di una catena.* Vol. XIII, serie 6a, 1931-IX : *Sulla teoria degli archi ad una o due cerniere.* Vol. XV, serie 6a, 1932-X : *A proposito della influenza dello sforzo di taglio sulla freccia di una travi inflessa.* Vol. XXVII, serie 6a, 1938-XVI : *Il secondo principio di reciprocita e le sue applicazioni al calcolo delle deformazioni permanenti.* Vol. XXVIII, serie 6a, 1938-XVII : *Alla ricerca dei fondamenti sperimentali della teoria dell' equilibrio elasto plastico.* Vol. XXIX, serie 6a, 1939-XVII : *Il problema dell' aderenza nei cementi armati in stato di coazione.* Serie 8. Vol. IV, Fasc. 1 : *Il problema del primato sulla invenzione della Radio.* Serie 8. Vol. IV. Fasc. 5 : *Saggio di impostazione generale del problema delle deformazioni viscose.* Vol. XXIX, serie 5a, 1911 : *Sopra un caso di emisimmetria che si presenta in certe questioni di idrodinamica.* Vol. XX, serie 5a, 1911 : *Sull' efflusso dei liquidi fra pareti che presentano una interruzione* (2 fasc.). Vol. XXI, serie 5a, 1912 : *Sul principio di reciprocità; Sulle deformazioni elastiche delle condotte d'acqua con tubi di grande diametro.* Vol. XXII, serie 5a, 1913 : *Sulla teoria dei sistemi reticolari triplamente iperstatici.* Vol. XXIII, serie 5a, 1914 : *Esperienze sulla elasticita a trazione del Rame* (3 fasc.); *Sul problema dell' arco elastico con o senza cerniere.* Vol. XXIV, serie 5a, 1915 : *Su di una reciprocita tra deformazioni e distorsioni; — Sulle distorsioni dei sistemi elastici piani più volte connessi; — Nuove esperienze sulla elasticità del Rame.* Vol. XXV, serie 5a, 1916 : *Le proprietà magnetiche degli acciai e la loro utilizzazione nel collaudo dei proietti*, avec Alberto Pozzo. Roma, Tipografia della R. Accademia dei Lincei; 26 fasc. 27cm,5.

Extraits de *Reale accademia delle scienze di Torino.* 1910-1911. *Sull' equilibrio elastico*

dei sistemi reticolari piani. Le linee d'influenza della trave continua solidale coi suoi piedritti, par GUSTAVO COLONNETTI. Torino, Vincenzo Bona, 1911; 2 fasc. 25^{cm}.

Id. 1915-1916. — *Elasticita e resistenza degli acciai ad alto tenore di nickel*, par GUSTAVO COLONNETTI. Torino, Fratelli Bocca, 1916; 1 fasc. 25^{cm}.

Id. 1917-1918. — *Le propriétà magnetiche degli acciai e la loro utilizzazione nel collaudo dei proietti*, par GUSTAVO COLONNETTI ed ALBERTO POZZO. Torino, Fratelli Bocca, 1918; 1 fasc. 25^{cm}.

Extraits de *Atti della Reale accademia delle scienze di Torino*. Vol. XLVIII, 1912-1913. *Sulla teoria degli archi*. Vol. L, 1914-1915 : *Sul secondo principio di reciprocita*. Vol. LII, 1916-1917 : *Sopra un caso di frattura spontanea di un acciaio temprato*. Vol. LII, 1917 : *Sul comportamento dei pali una conduttura elettrica per strappamento completo di una tesata*. Vol. LIII, 1917 : *Un singolare esempio di lesioni in un anello di acciaio temprato*. Vol. LIV, 1918 : *Applicazione a problemi tecnici di un nuovo teorema sulle coazioni elastiche; sforzi di montaggio nell' armatura dell' ala di un biplano*. Vol. LV, 1920 : *Risoluzione grafica di alcuni problemi relativi all' equilibrio delle funi pesanti; Rapporti fra azioni statiche e dinamiche nei pali di una conduttura elettrica*. Vol. LVI, 1920-1921 : *Per una teoria generale delle coazioni elastiche*, par GUSTAVO COLONNETTI; 10 fasc. 25^{cm}.

Extraits de *Reale Accademia delle scienze di Torino*, 1908-1909 et 1909-1910 : *Contributo alla trattazione grafica della trave continua* (2 fasc.), 1911-1912 : *Sulle deformazioni elastiche delle condotti d'acqua con tubi di grande diametro*, par GUSTAVO COLONNETTI. Torino, Vincenzo Bona; 3 fasc. 25^{cm}.

Id. 1909-1910 : *Sistemi elastici continui trattati col metodo delle linee d'influenza*, 1911-1912 : *L'equilibrio elastico dal punto di vista energetico*, par GUSTAVO COLONNETTI. Torino, Vincenzo Bona, 2 fasc. 32^{cm}.

Consiglio nazionale delle ricerche. Estratto dalla rivista *Ricercha scientifica e ricostruzione*. Anno XV, nº 1, 1945 : *Adunanza generale dei comitati nazionali tenuta il* 30 *aprile* 1945 *alla presenza del presidente del consiglio dei ministri e dei membri del governo*. Anno XVIº, nºs 1-2, 1946. *Adunanza generale degli organi del consiglio tenuta il* 14 *febbraio* 1946 *alla presenza del presidente del consiglio dei ministri e dei membri del governo*. Anno XVIº, nº 11, 1946 : *L'Assemblea plenaria dei Comitati nazionali*. 15 *novembre* 1946, 15 *décembre* 1947, 11 *giugno* 1948, 11 *décembre* 1948, 10 *giugno* 1949, par GUSTAVO COLONNETTI; 7 fasc. 24^{cm},5.

Scienza e tecnica nel pensiero e nell' opera di Guglielmo Marconi, par GUSTAVO COLONNETTI. Roma, Consiglio nazionale delle ricerche, 1947; 1 fasc. 24^{cm}.

Extrait de *Rendiconti del circolo matematico di Palermo*. Tomo XXXII. *Sul moto di un liquido in un canale*, par GUSTAVO COLONNETTI. Palerme, 1911; 1 fasc. 25^{cm}.

Id. — *Recenti progressi nei metodi di analisi magnetica degli acciai*, par GUSTAVO COLONNETTI. Milano, 1930; 1 fasc. 24^{cm}.

Solenne commemorazione del centenario voltiano tenuta in Roma dall' Istituto Alessandro Volta. Roma, Cartari, 1927; 1 fasc. 23^{cm}.

Sul calcolo dei sistemi continui su piedritti elastici, par GUSTAVO COLONNETTI. Roma, 1911; 1 fasc. 27^{cm}.

Extraits de *Atti della Pontifica delle Scienze Nuovi Lincei*. Anno LXXIX, 1926 : *Ricerche sperimentali sulle coazioni elastiche*. Anno LXXXIV, 1931 : *L'influenza dello sforzo di taglio sulla freccia*. Memori, vol. XV, 1931 : *Isteresi elastica e fatica dei metalli*, par GUSTAVO COLONNETTI. Roma, Scuola tipografica Pio X; 3 fasc. 30^{cm},5.

L'Ingegnere. Vol. XI, 1937-XVI : *Nuovi punti di vista sulla statica degli archi molto ribassati*; 1938-XVI : *Su la possibilita' di un razionale impiego delle deformazioni plastiche dei materiali*, par GUSTAVO COLONNETTI. Roma; 2 fasc. 30^{cm},5.

Il cemento armato. Le Industrie del cemento. Fasc. 10, 1937 : *Sul calcolo delle deformazioni delle travi in cemento armato;* Fasc. 1, 1938 : *Analisi delle deformazioni plastiche e del conseguente stato di tensione nelle travi in cemento armato,* par GUSTAVO COLONNETTI. Casale Monf., Stab. Tip di Miglietta Milàno et C°; 2 fasc. 34^{cm}.

Calcul graphique des systèmes articulés à plusieurs encastrements, par GUSTAVO COLONNETTI. Leipzig, Wilhelm Engelman, 1912 ; 1 fasc. 28^{cm}.

De l'équilibre des systèmes élastiques dans lesquels se produisent des déformations plastiques, par GUSTAVO COLONNETTI in *Journal des Mathématiques pures et appliquées.* Neuvième série. Paris, Gauthier-Villars, 1938 ; 1 fasc. 27^{cm}.

Le problème des déformations plastiques et la théorie des poutres fléchies, par GUSTAVO COLONNETTI, in *La technique des travaux.* Liége, Desœr, 1938 ; 1 fasc. 27^{cm}.

Les déformations plastiques et le dimensionnement des systèmes hyperstatiques. De la résistance des poutres fléchies en régime élasto-plastique. Les bases expérimentales de la théorie de l'équilibre élasto-plastique, par GUSTAVO COLONNETTI, in *L'Ossature métallique.* Bruxelles, Centre belgo-luxembourgeois d'information de l'acier, 1938 et 1939 ; 3 fasc. 25^{cm},5.

Étude sur les états de coaction, par GUSTAVO COLONNETTI. Extrait de *Mécanique,* 1939 ; Paris, Édition Science et Industrie, 1939 ; 1 fasc. 31^{cm}.

Théorie de l'équilibre des corps élasto-plastiques, par GUSTAVO COLONNETTI. Extrait du *Bulletin technique de la Suisse romande.* Lausanne, R. Fouge et Cie, 1942 ; 1 fasc. 22^{cm},5.

Réservoirs sphériques à suspension funiculaire, par GUSTAVO COLONNETTI. Extrait du *Bulletin technique de la Suisse romande,* 1944 ; 1 feuille 31^{cm},5.

Discours prononcé par M. GUSTAVO COLONNETTI, *docteur honoris causa de l'Université de Toulouse, à la séance solennelle de rentrée des Facultés de Toulouse, le* 10 *novembre* 1949 ; 1 fasc. 24^{cm},5.

Les phénomènes de coaction élasto-plastique et l'adaptation de la résistance des matériaux, par GUSTAVO COLONNETTI, in *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics,* nouvelle série, 1949 ; 1 fasc. 27^{cm}.

La tecnica e lo spirito, par GUSTAVO COLONNETTI. Milano, Antoniazzi, 1945 ; 1 vol. 18^{cm}.

Scienza delle costruzioni, Seconda edizione, par GUSTAVO COLONNETTI. Giulo Einaudi, 1948 ; 1 vol. 22^{cm},5.

Proietilli, par GUSTAVO COLONNETTI. Milano, Ulrico Hœpli, 1918 ; 1 vol. 28^{cm}.

(*à suivre*).